

# La rivoluzione del BIM e del BMS nella progettazione impiantistica



**Prof. Francesco Iannone**

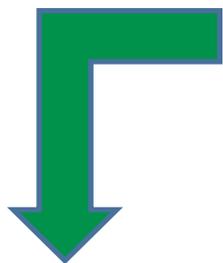
*Docente di Servizi Tecnologici per Costruzioni Sostenibili*

[francesco.iannone@poliba.it](mailto:francesco.iannone@poliba.it)

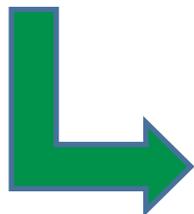


# Nuovi paradigmi progettuali nel settore delle costruzioni

1. Progettazione secondo **ciclo di vita**;
2. Costruzione con risorse limitate, **consumo energetico minimizzato e limitazione dei rifiuti** prodotti;
3. Limitazione della complessità di funzionamento e facilitazione del **monitoraggio delle prestazioni tecniche ed ambientali**;
4. **Adattabilità** ai cambiamenti di capienza, tipo di utenti e requisiti;
5. Inclusione di aspetti locali in tutte le fasi del ciclo di vita (progettazione, costruzione, uso e dismissione);
6. **Facilitazione dello smontaggio: riutilizzare, riciclare, ripristinare.**



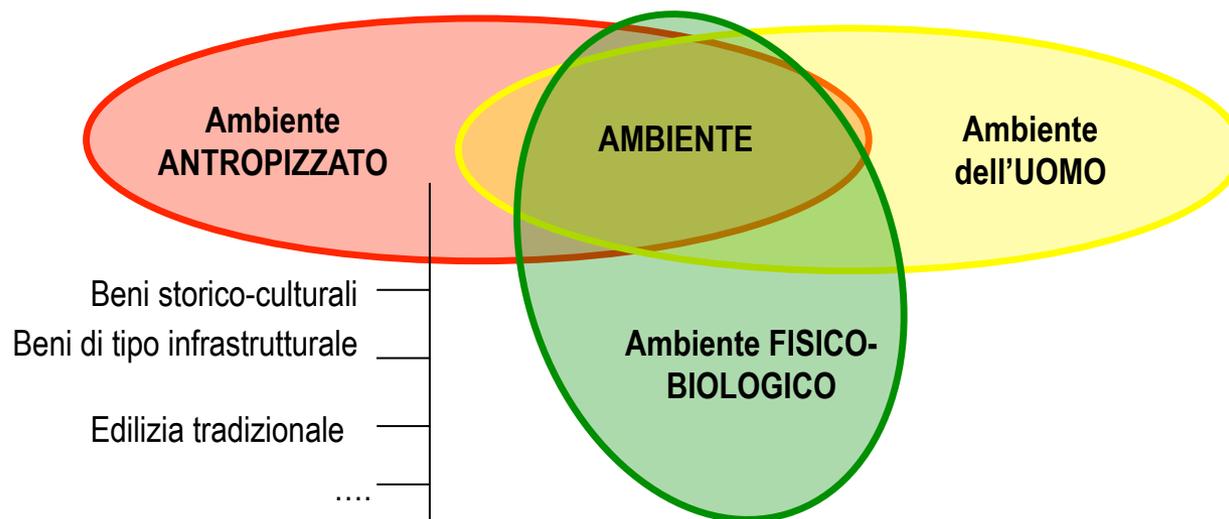
**possibile  
attraverso**



- **Materiali innovativi per il risparmio energetico**
- **Sistemi e componenti edilizi di tipo adattivo**
- **Sfruttamento delle fonti rinnovabili e loro integrazione architettonica**
- **Gestione degli edifici BMS**
- **Sviluppo di tecnologie «verdi»**

# Nuovi paradigmi progettuali: questioni aperte

## LA SFIDA AMBIENTALE E LA SUA VALUTAZIONE



## INNOVAZIONE TECNOLOGICA E ICT

L'innovazione tecnologica e soprattutto quella dell'informazione e della digitalizzazione «*stanno ridefinendo lo scenario delle costruzioni facendolo entrare in una storia nuova*»

# I Criteri Ambientali Minimi: il nuovo Codice Appalti

## Art. 34 c.1 (criteri di sostenibilità energetica ed ambientale)

1. **Le stazioni appaltanti contribuiscono al conseguimento degli obiettivi ambientali** previsti dal Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione **attraverso l'inserimento, nella documentazione progettuale e di gara, almeno delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi adottati con decreto del Ministro dell'ambiente** e della tutela del territorio e del mare e conformemente, in riferimento all'acquisto di prodotti e servizi nei settori della ristorazione collettiva e fornitura di derrate alimentari, a quanto specificamente previsto all' articolo 144.

D.Lgs 163/2006 → legge 221/2015

- **Modifiche all'art.83 – Criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa**

Quando il contratto è affidato con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, **il bando di gara stabilisce i criteri di valutazione dell'offerta:**

- a) il prezzo;
- b) la qualità;
- c) il pregio tecnico;
- d) le caratteristiche estetiche e funzionali;
- e) le **caratteristiche ambientali e il contenimento dei consumi energetici e delle risorse ambientali dell'opera, del servizio o del prodotto, anche con riferimento alle specifiche tecniche premianti previste dai CAM;**

# Osservazioni del MEF

Il MEF, rispetto al rapporto tra CAM e Costi per la FINANZA PUBBLICA si è espresso come segue:

- I CAM avranno l'effetto di **razionalizzare la spesa pubblica e migliorare l'allocazione delle risorse (secondo i criteri di convenienza economica o comunque di non aggravio dei costi)**

I CAM produrranno benefici complessivi per l'intero sistema economico

Il prezzo dei prodotti conformi ai CAM non è di norma superiore a prodotti convenzionali e rendono possibile:

- posticipare nuovi acquisti; facilitare il recupero del prodotto finale a fine vita e il reimpiego nei cicli economici; promuovere la trasformazione dei rifiuti in risorsa.

**È errato considerare solo l'elemento del prezzo di acquisto nella valutazione delle offerte**



# Il CAM edilizia: aree di intervento per la riduzione degli impatti

## Per gli insediamenti:

- Dipendenza da energia proveniente da fonti non rinnovabili
- Pressioni sul territorio e sulla biodiversità
- Organizzazione urbana e mobilità

## Per gli edifici:

- Consumi energetici
- Efficienza degli impianti
- Consumi idrici
- Consumi di risorse non rinnovabili
- Emissioni nocive

## Per il cantiere:

- Demolizioni selettive
- Gestione rifiuti
- Mezzi di cantiere e trasporti
- Consumi energetici e idrici
- Emissioni di polveri
- Formazione del personale

# Il CAM edilizia: aree di intervento per la riduzione degli impatti

## **SPECIFICHE TECNICHE DELL'EDIFICIO:**

- Diagnosi energetica
- Prestazione energetica
- Approvvigionamento energetico
- Risparmio idrico
- Qualità Ambientale interna
  - Illuminazione naturale
  - Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata
  - Dispositivi di protezione solare
  - Comfort acustico
  - Comfort termoigrometrico
  - Radon
  - Inquinamento elettromagnetico indoor
- Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti/piano di gestione

# Il CAM edilizia: aree di intervento per la riduzione degli impatti

## **SPECIFICHE TECNICHE PREMIANTI:**

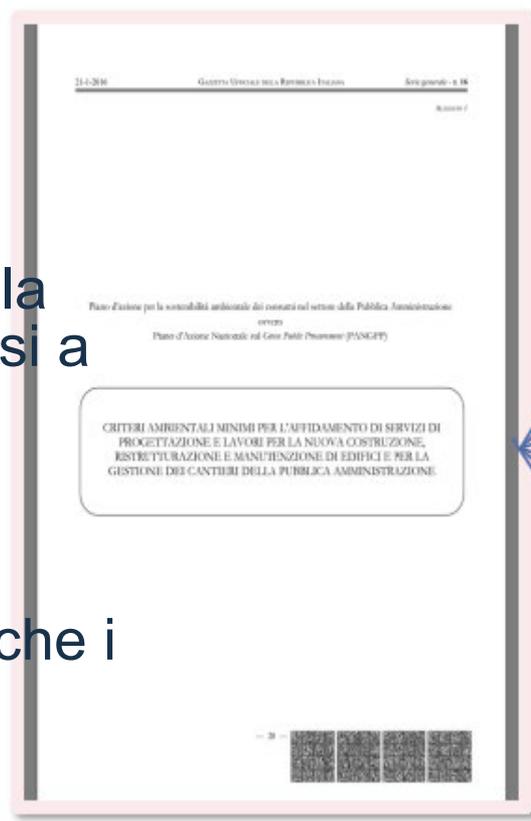
- Capacità tecnica dei progettisti
- Miglioramento prestazionale del progetto
- Materiali rinnovabili
- Distanza di approvvigionamento dei prodotti da costruzione
- Prestazioni ambientali dell'edificio:
- Sistema di monitoraggio dei consumi energetici
- Impianti di riscaldamento e condizionamento

## **CONDIZIONI DI ESECUZIONE (CLAUSOLE CONTRATTUALI):**

- Rispetto del progetto
- Clausola sociale
- Garanzie
- Oli lubrificanti

# CAM Edilizia e Protocolli Energetico-Ambientali (Rating System)

- L'introduzione dei CAM in edilizia aumenta la necessità di **progettare secondo un approccio prestazionale integrato edificio/servizi tecnologici.**
- I **CAM Edilizia** sono allineati alla maggior parte dei principi sottesi a dai protocolli **Energetico-Ambientali (Rating System)**
- I requisiti in comune possono essere una valida guida per l'individuazione delle strategie che i produttori/progettisti possono adottare per competere nel mercato del Green Building



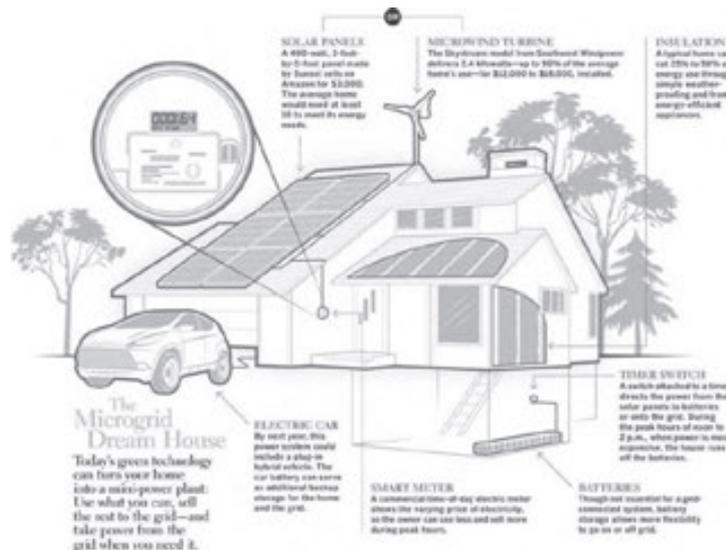
# Nuovi paradigmi progettuali: i caratteri degli edifici del futuro

1. MITIGAZIONE E ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI
2. ADATTAMENTO A NUOVE FORME DI ENERGIA
3. INTEGRAZIONE DEGLI EDIFICI NELLE RETI
4. RIDURRE IL CONSUMO DI RISORSE
5. PROGETTI ADATTABILI E FLESSIBILI

**RESILIENZA**

**SMART CITY**

*Città tecnologica e interconnessa,  
pulita, attrattiva, rassicurante,  
efficiente, aperta, collaborativa,  
creativa, digitale e green*



# Edifici a consumo zero (ZEB = Zero Energy Buildings)

Per le nuove costruzioni i paradigmi sono completamente cambiati. La Direttiva 31 del 2010, infatti, introduce un concetto nuovo, quello degli **edifici a energia quasi zero**. Nel giugno 2015 questo ambizioso obiettivo è stato codificato anche in Italia

Raggiungere questo obiettivo non è semplice, tuttavia molte cose stanno cambiando nel modo di costruire: maggiore isolamento dell'involucro, **fonti energetiche rinnovabili** che diventano prioritarie, **impianti ad alta efficienza**, **home e building automation**.....

## EDIFICIA CONSUMO ZERO

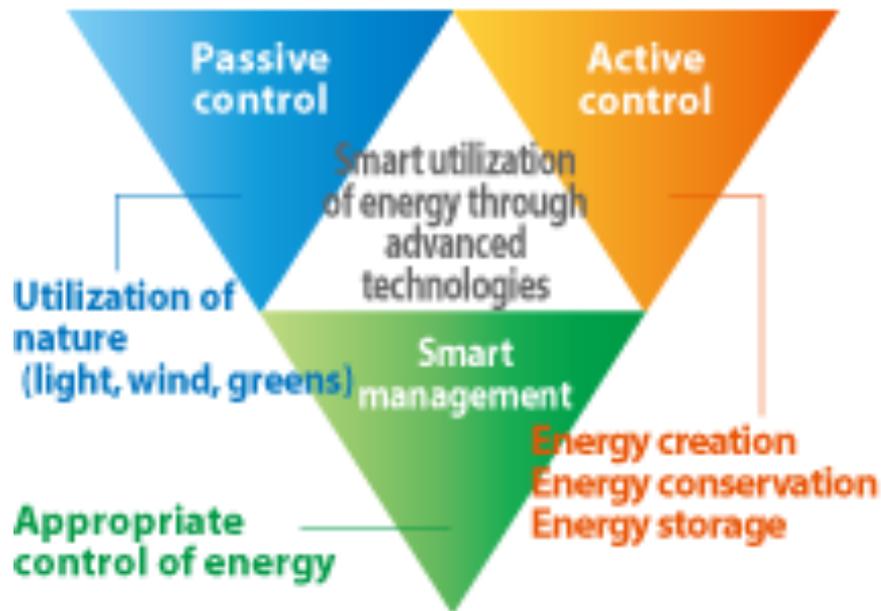
«edificio ad altissima prestazione energetica, nel quale il *fabbisogno energetico* molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da *fonti rinnovabili*, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.» [Direttiva 31/2010 UE]



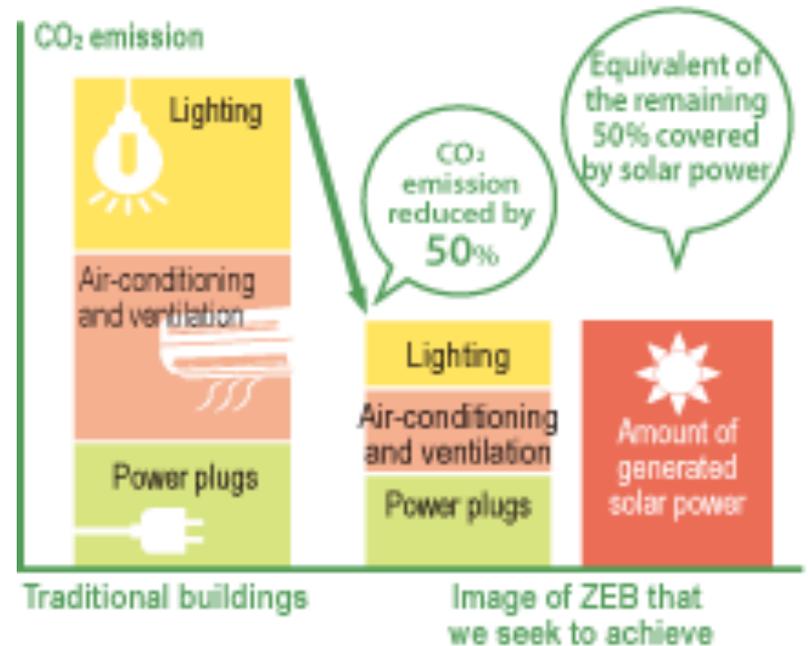
# Il concept degli edifici ZEB

Gli edifici ZEB richiedono un **approccio integrato** alla progettazione architettonica e impiantistica. È sempre più necessario il lavoro in team e la figura di un professionista in grado di gestire in modo coordinato le diverse competenze specialistiche.

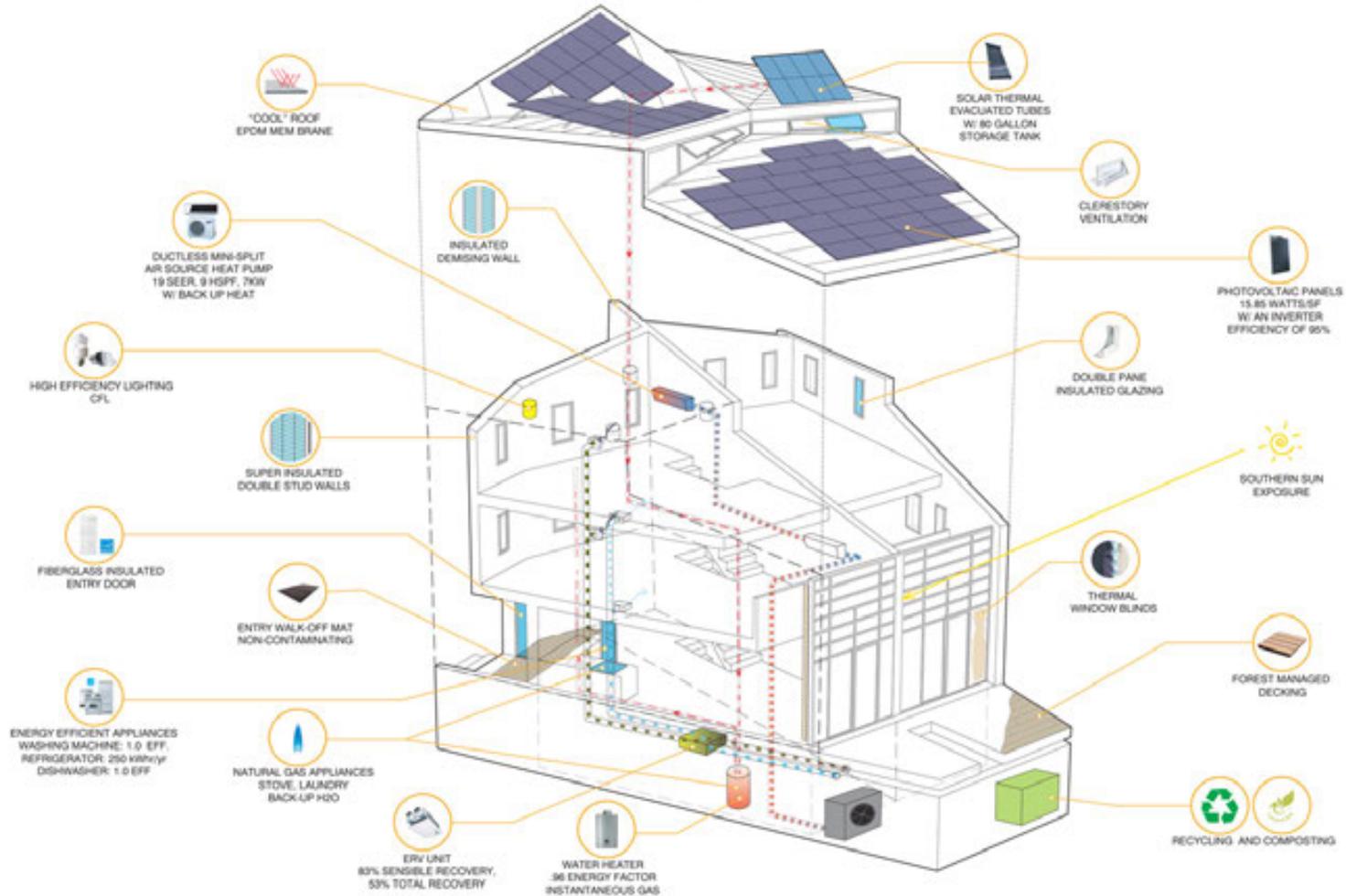
## ■ The concept of ZEB that we aim for



## ■ Simulation on reduction of CO<sub>2</sub> emission (image)



# Il concept degli edifici ZEB



La **residua parte di energia** necessaria per il funzionamento dell'edificio dev'essere **coperta da** sistemi di conversione delle **fonti rinnovabili** di energia (sole, vento, aria, acqua, suolo, maree,...).

# Il Building Integrated PV



I sistemi da **fonti rinnovabili** possono essere **integrati nell'involucro** e sostituire componenti edili tradizionali (rivestimento di facciata, schermature solari, balaustre, etc) anche nel caso di retrofitting (Chiasso. 2012).

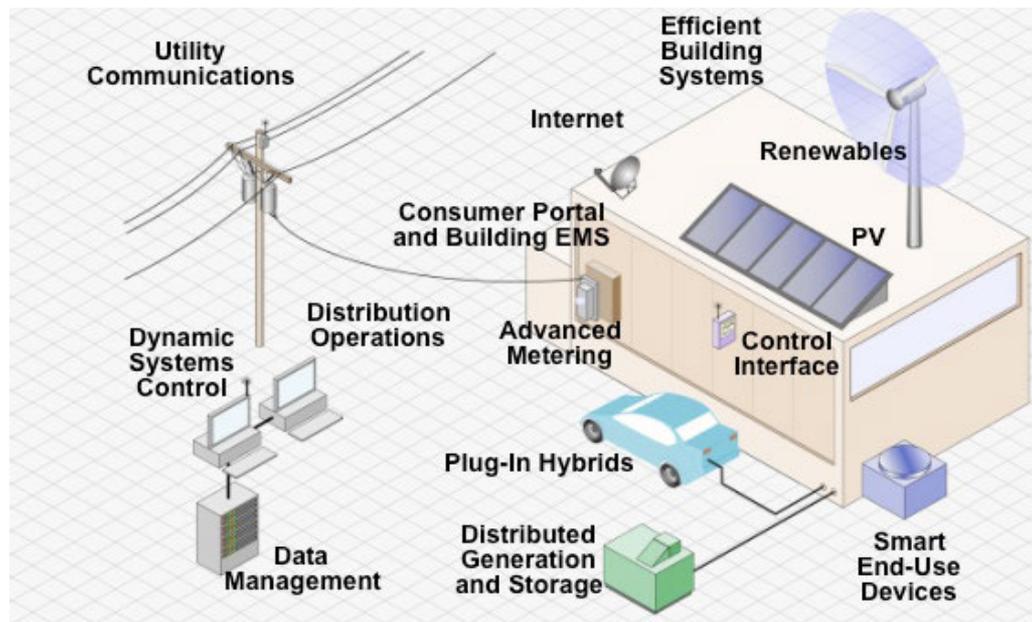
# Il Building Integrated PV



Facciata rivestita con pannelli colorati di silicio amorfo e celle fotovoltaiche integrate nella balaustra vetrata di un balcone (Chiasso, 2012).

# Edifici per un futuro sostenibile e low-carbon?

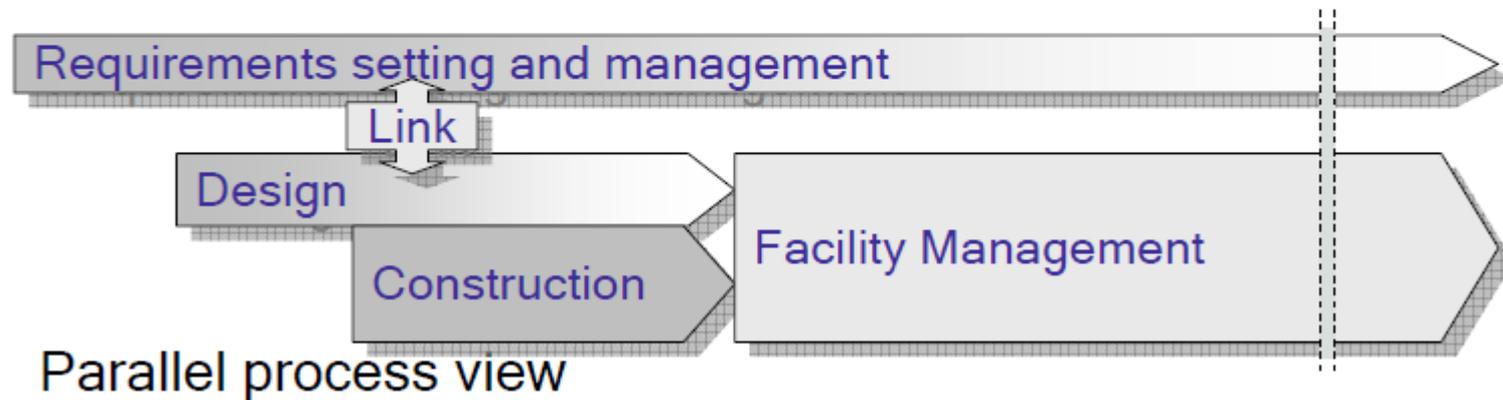
- gli edifici passeranno da **consumatori a produttori** di energia
- necessaria l'**integrazione di produzione centralizzata e produzione diffusa** in un unico sistema **“intelligente”** in grado di **bilanciare domanda e offerta** di energia
- le **coperture** degli edifici diventeranno **terminali dei sistemi di produzione energetica**
- **smart grids**: centrali + edifici + automobili



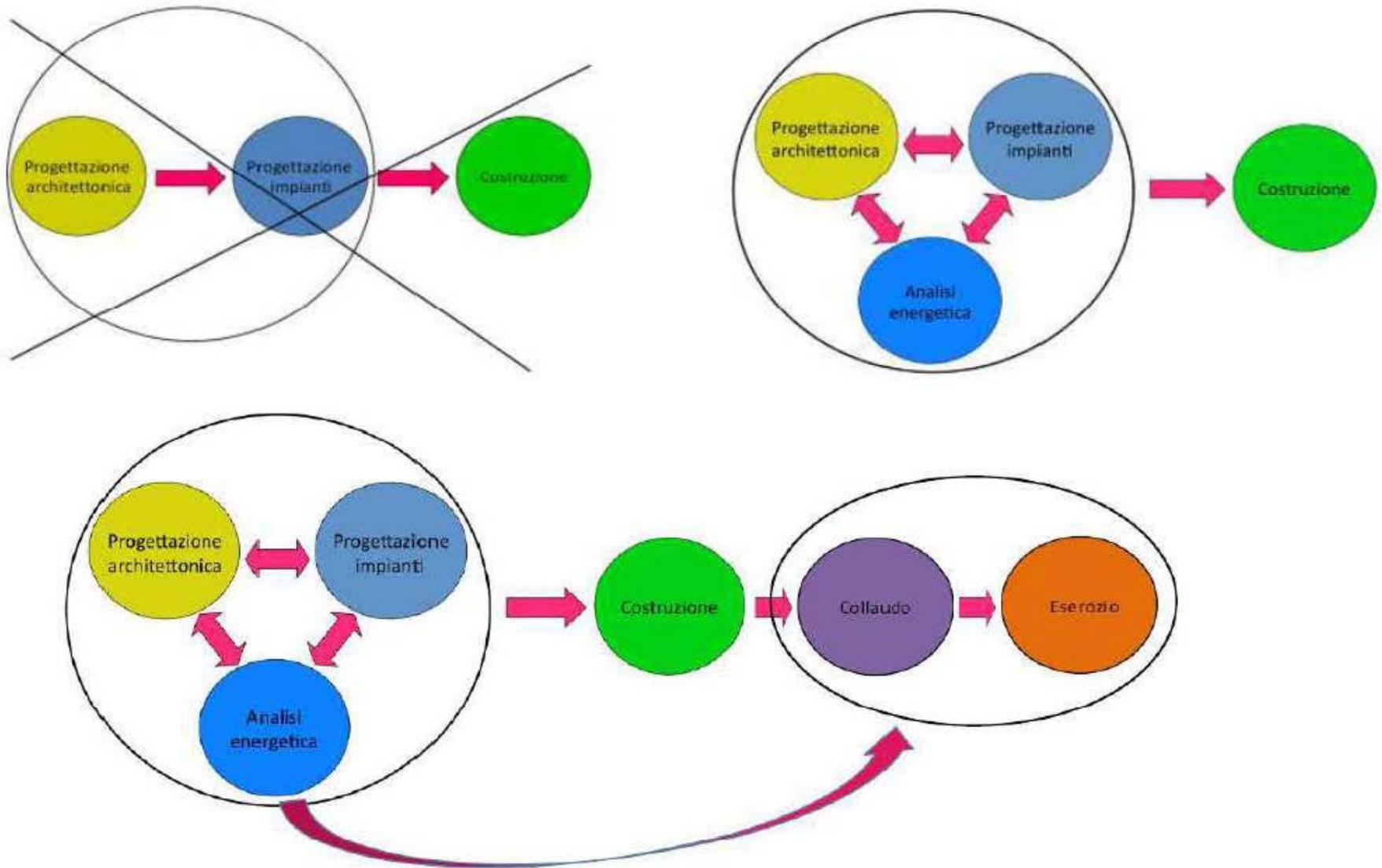
# Dal processo edilizio sequenziale a quello parallelo

La progettazione è un processo iterativo:

- la gestione del quadro esigenziale/prestazionale non termina nelle fasi di briefing e determinazione dei requisiti;
- la documentazione sull'evoluzione dei requisiti è cruciale, ma attualmente è generalmente assente.

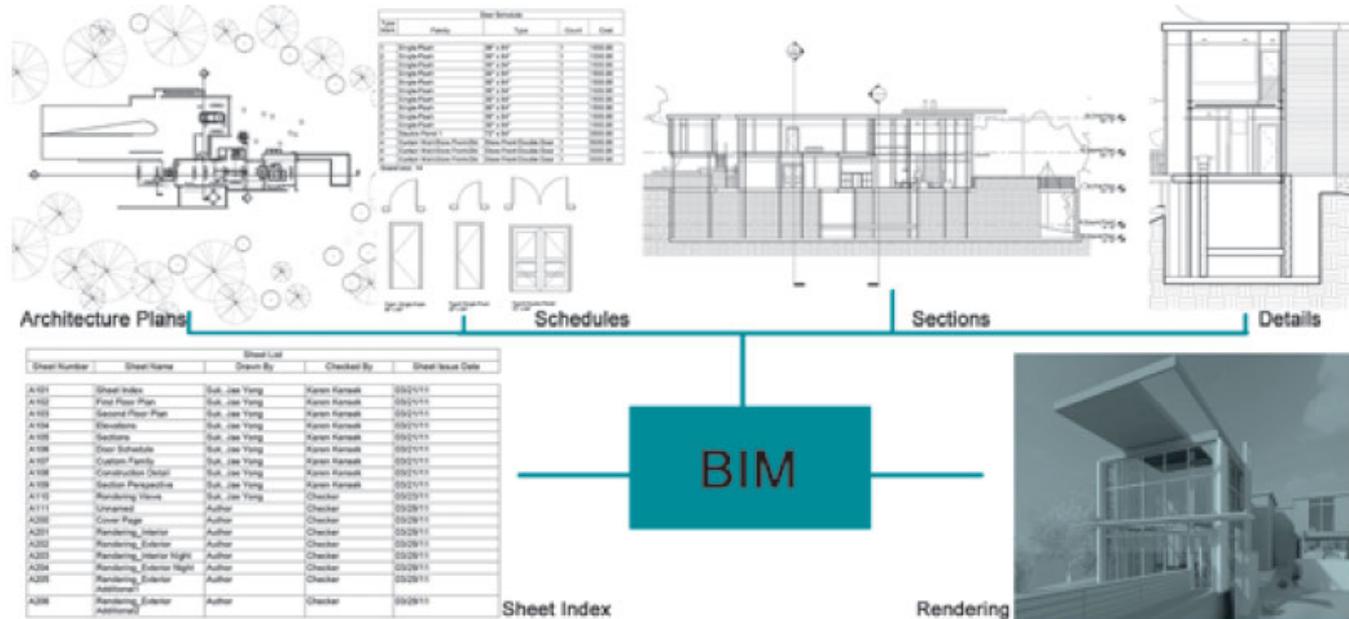


# Edifici ad alta prestazione energetica e progettazione



# Innovazione del processo edilizio e BIM

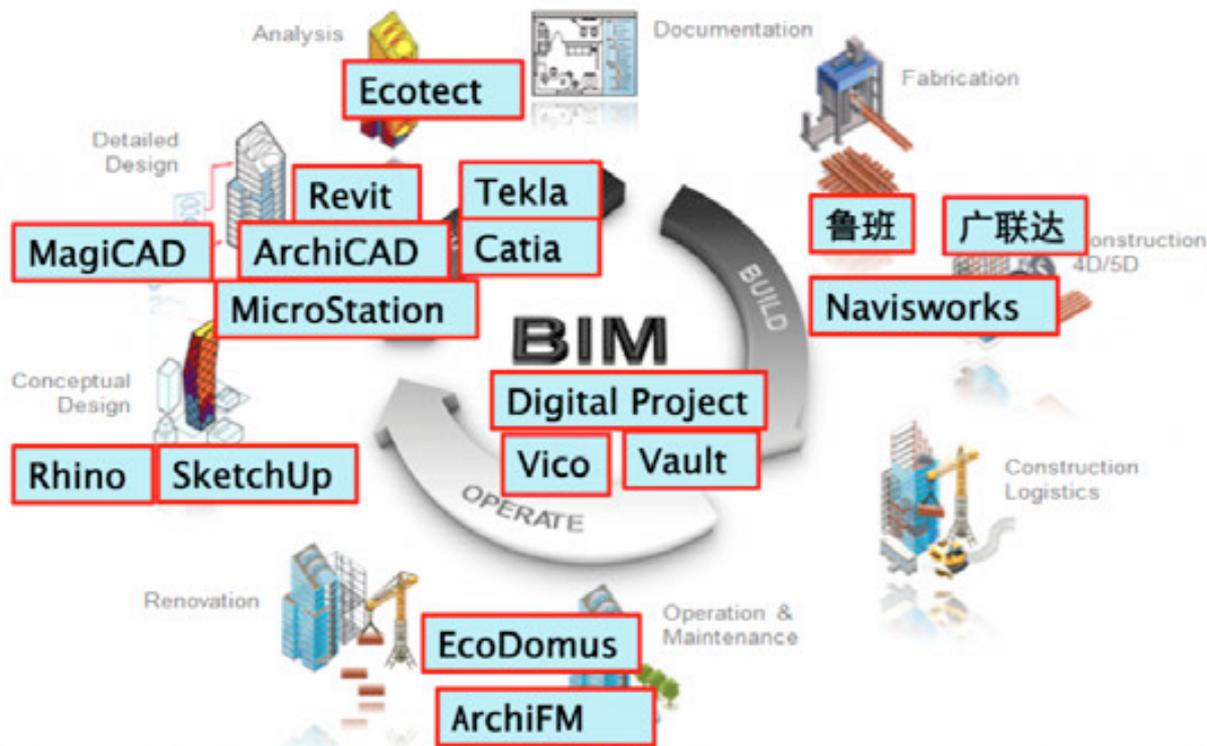
BIM non è solo CAD 3D; è invece un **database** digitale **integrato** e strutturato di informazioni sulla costruzione, compresi i componenti dell'edificio.



1.1 The BIM is a single database that can be used for a variety of purposes (thanks to Arlyn Ramirez-Diaz and Jae Yong Suk).

La combinazione di **grafica 3D**, **modellazione parametrica** e **dati** forniti dall'utente crea il **modello virtuale di progettazione e costruzione** che favorisce **l'interoperabilità**.

# Innovazione del processo edilizio e BIM

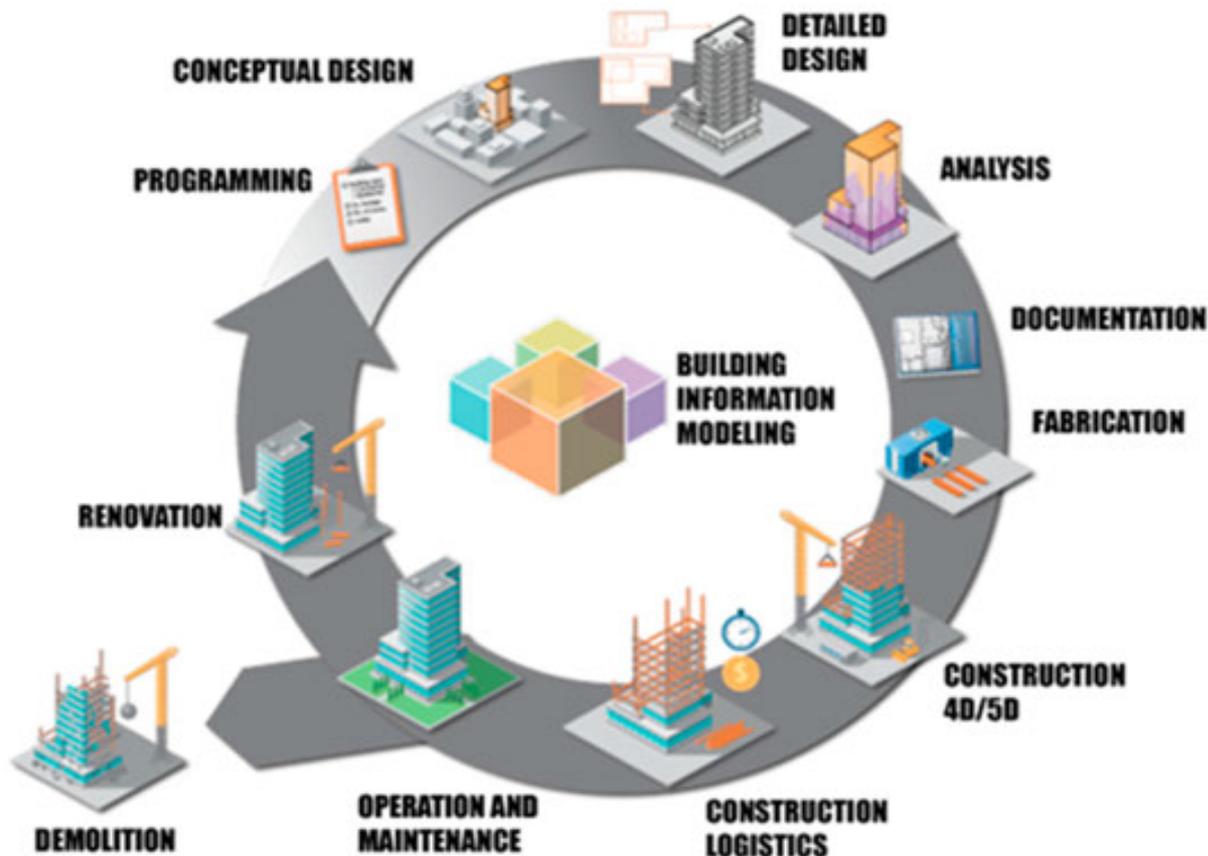


Queste informazioni non solo risiedono nel database strutturato ma possono anche essere **scambiate con altri software per approfondimenti specialistici e verifiche prestazionali** (strutture, analisi energetiche e illuminotecniche, impianti, ...), progettazione della fase costruttiva, stima dei costi, inventario dei materiali, ....

# Innovazione del processo edilizio e BIM

L'organizzazione delle funzionalità native del software BIM e le applicazioni software che possono interagire possono essere classificate:

- in funzione degli **stakeholder** (progettisti, appaltatori, costruttori, manutentori,..);
- per "**dimensioni**" (2D, 3D, 4D, 5D, ...).



# Le dimensioni del BIM (secondo UNI 11337)

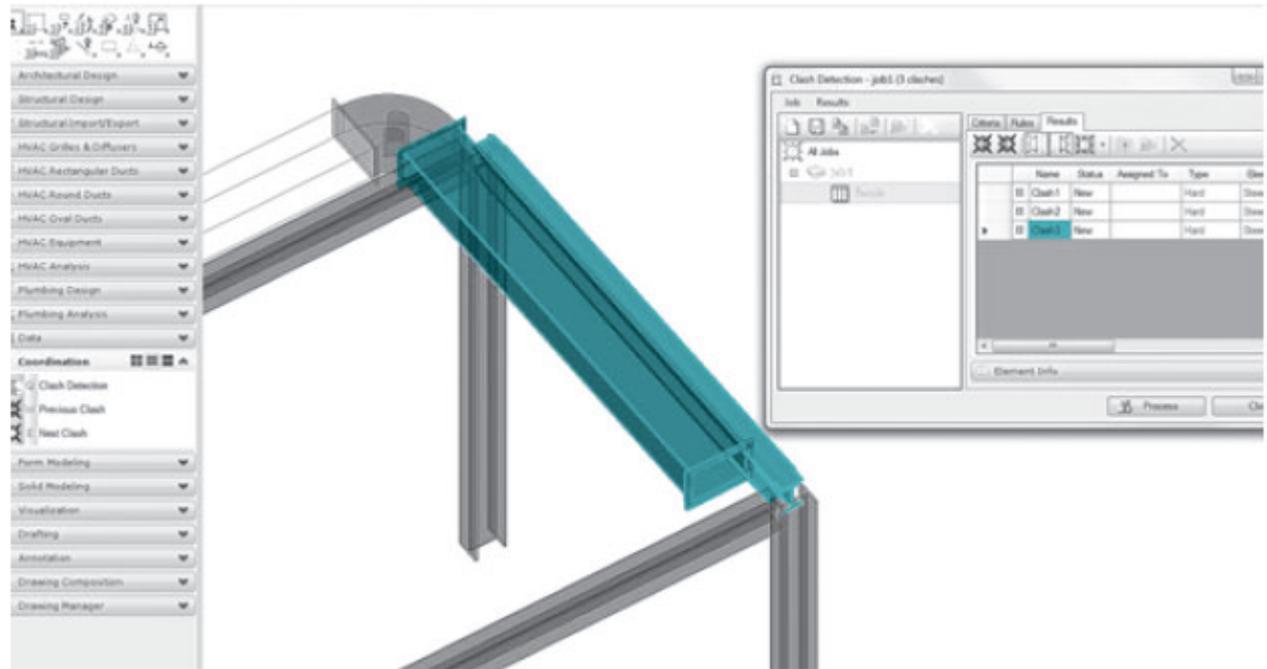


Utilizzando il modello 3D, è possibile eseguire altre applicazioni come il **rendering**, il rilevamento delle **interferenze** e il controllo delle prescrizioni normative (**code checking**).

L'analisi BIM (**BIM Analysis**), ovvero l'uso del modello 3D per le **simulazioni** e le **previsioni prestazionali**, è relazionata allo **stato di avanzamento del progetto** e al livello di conoscenza dei dati aggiuntivi richiesti dall'applicazione software specifica.

# Analisi delle interferenze

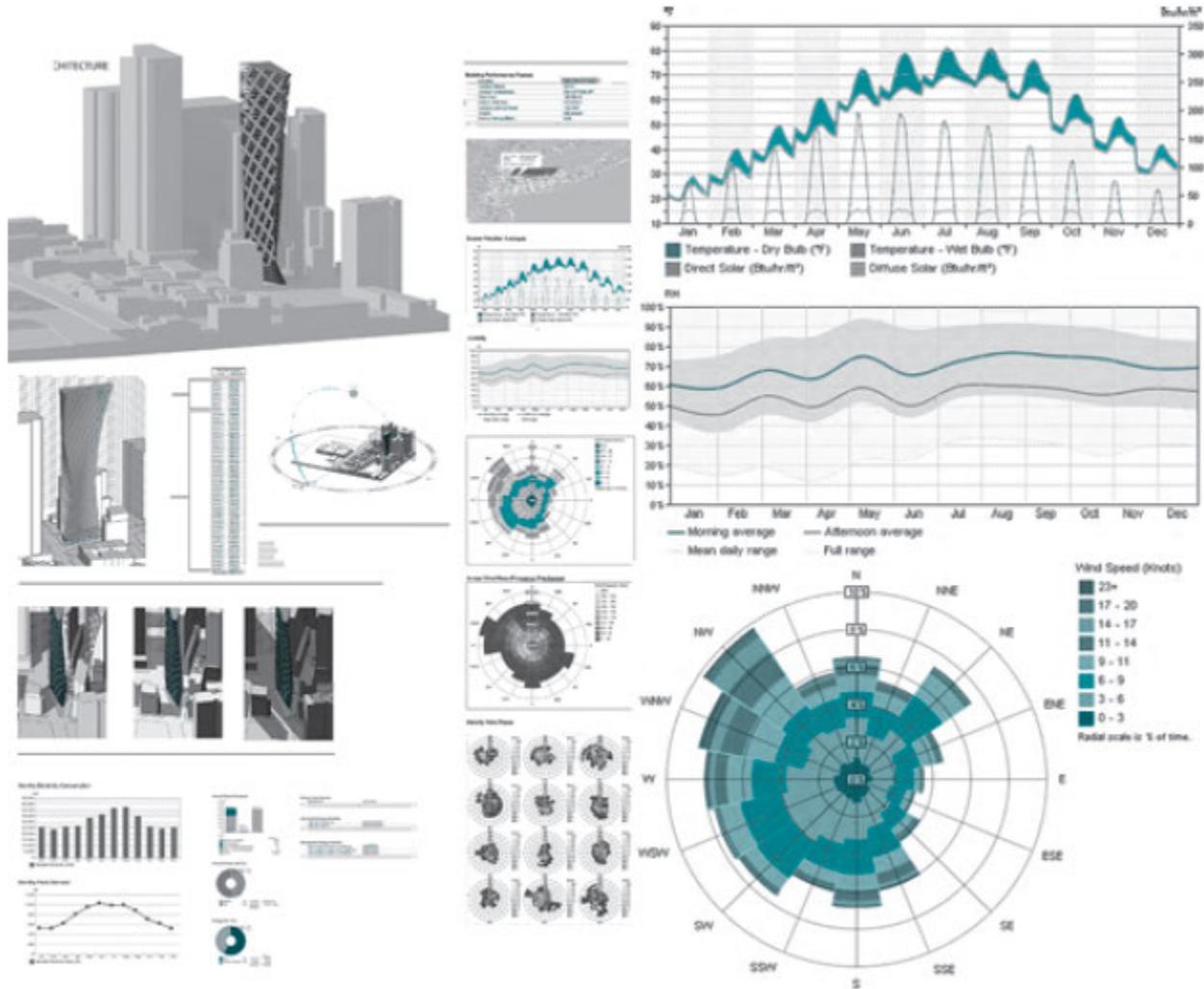
L'analisi delle interferenze è una delle più importanti applicazioni di un modello BIM, apprezzato soprattutto dagli appaltatori



1.10 A clash is detected between the duct and structural beam (courtesy of Bentley Systems, thanks to Tom Lazear).

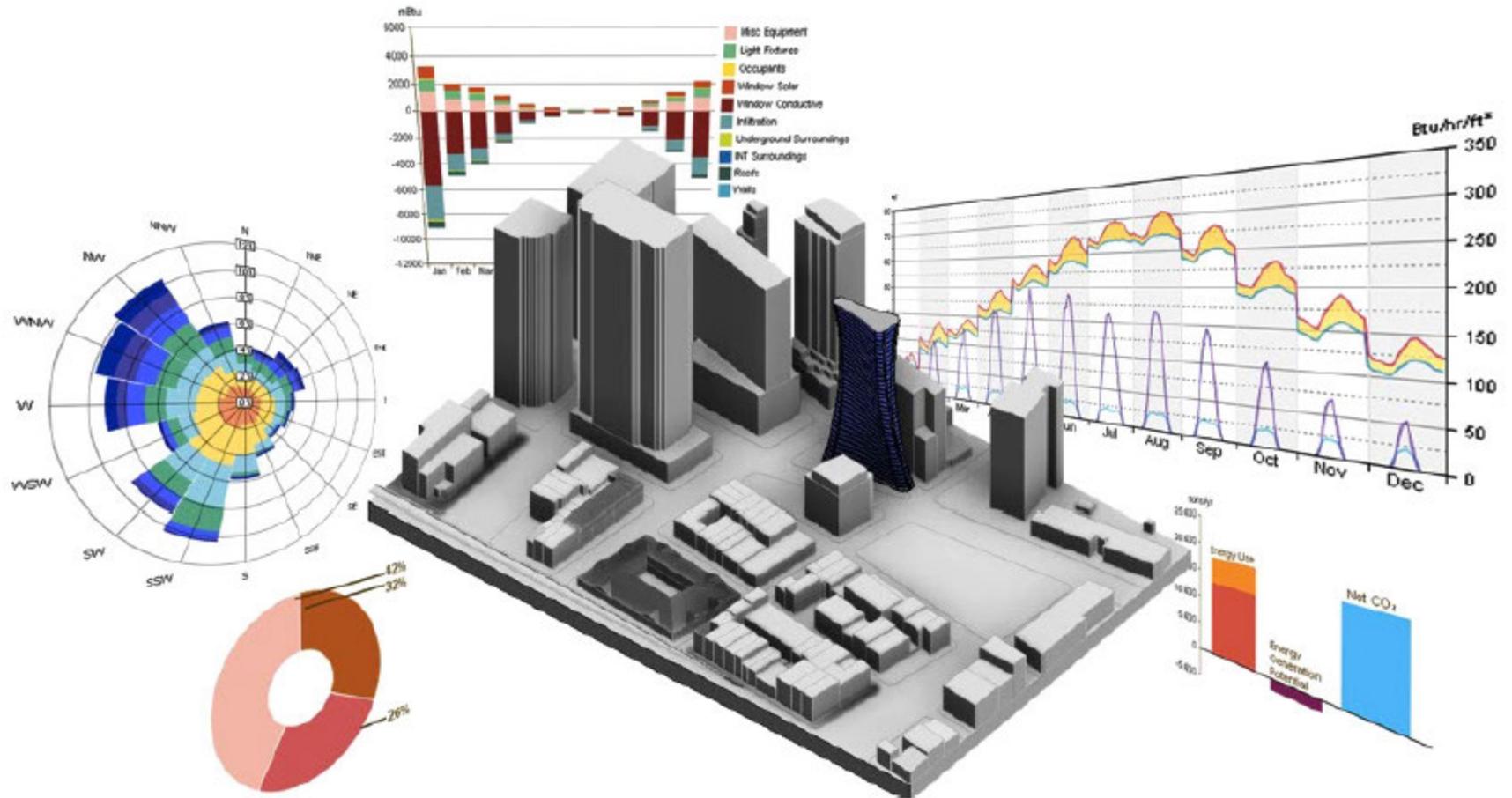
E' in fase di sviluppo l'uso del BIM per la verifica automatica del rispetto delle prescrizioni normative.

# BIM Analytics

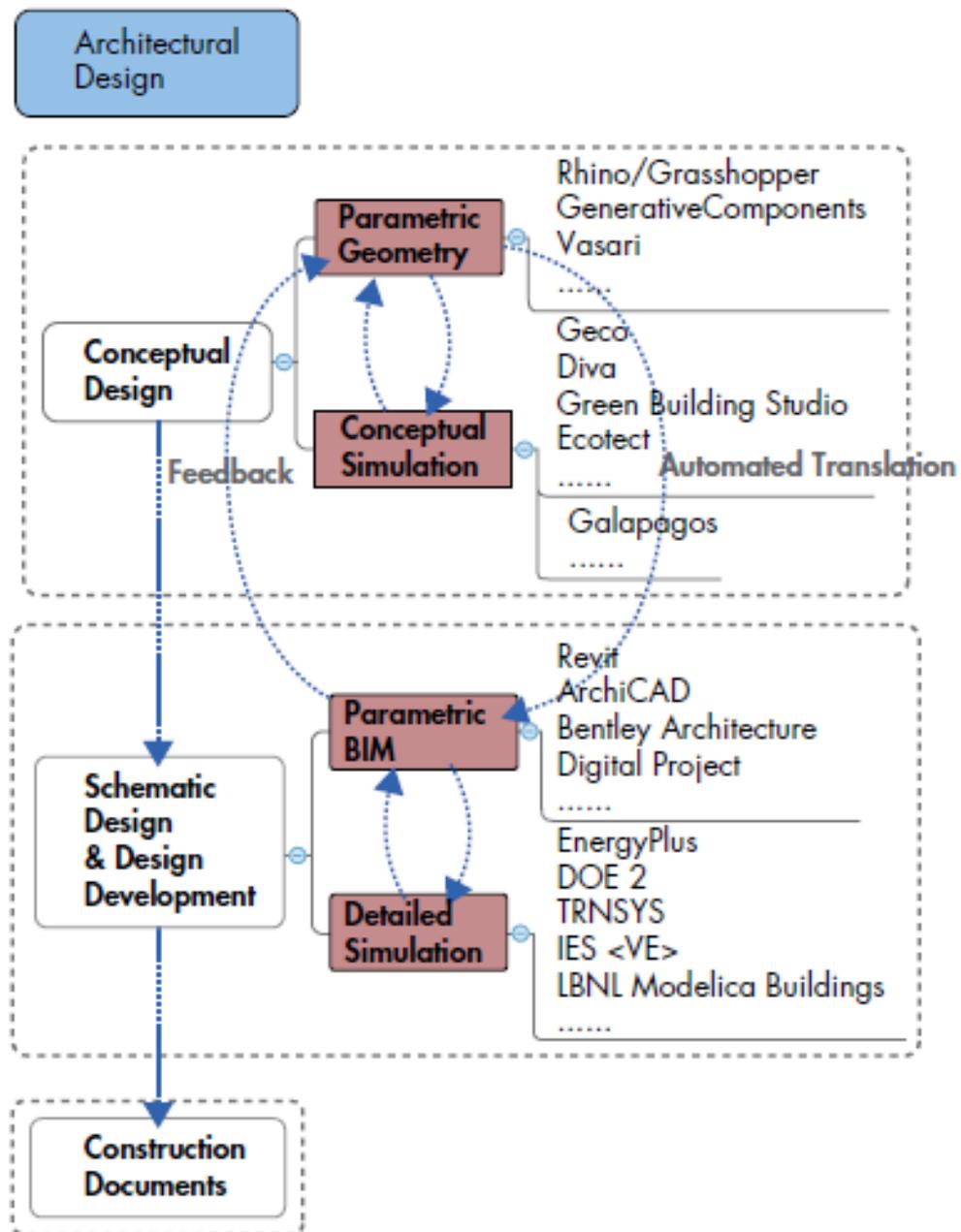


1.6 Massing models can be used for sun and wind studies and simple energy calculations. Often this can be created directly within the BIM software (thanks to Justin Sasada).

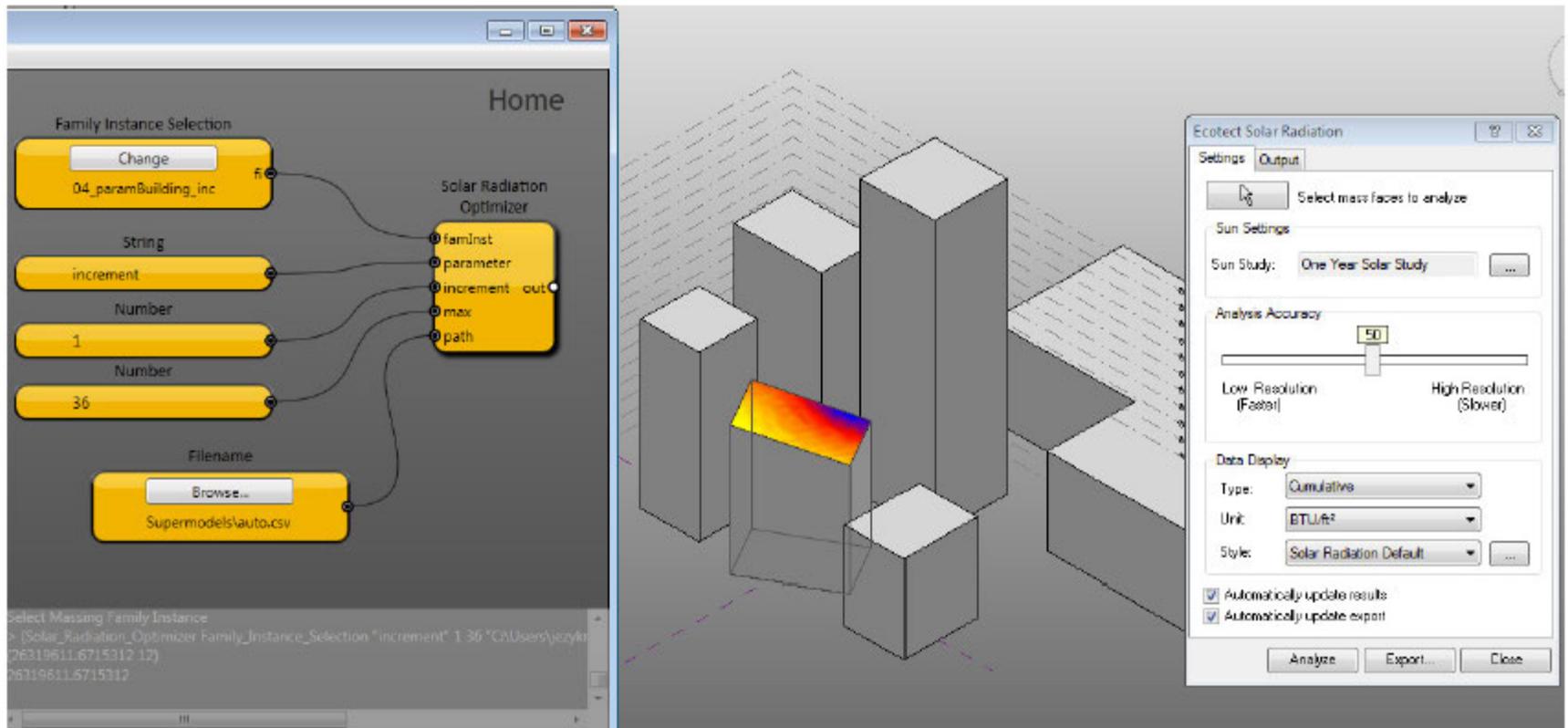
# BIM Analytics



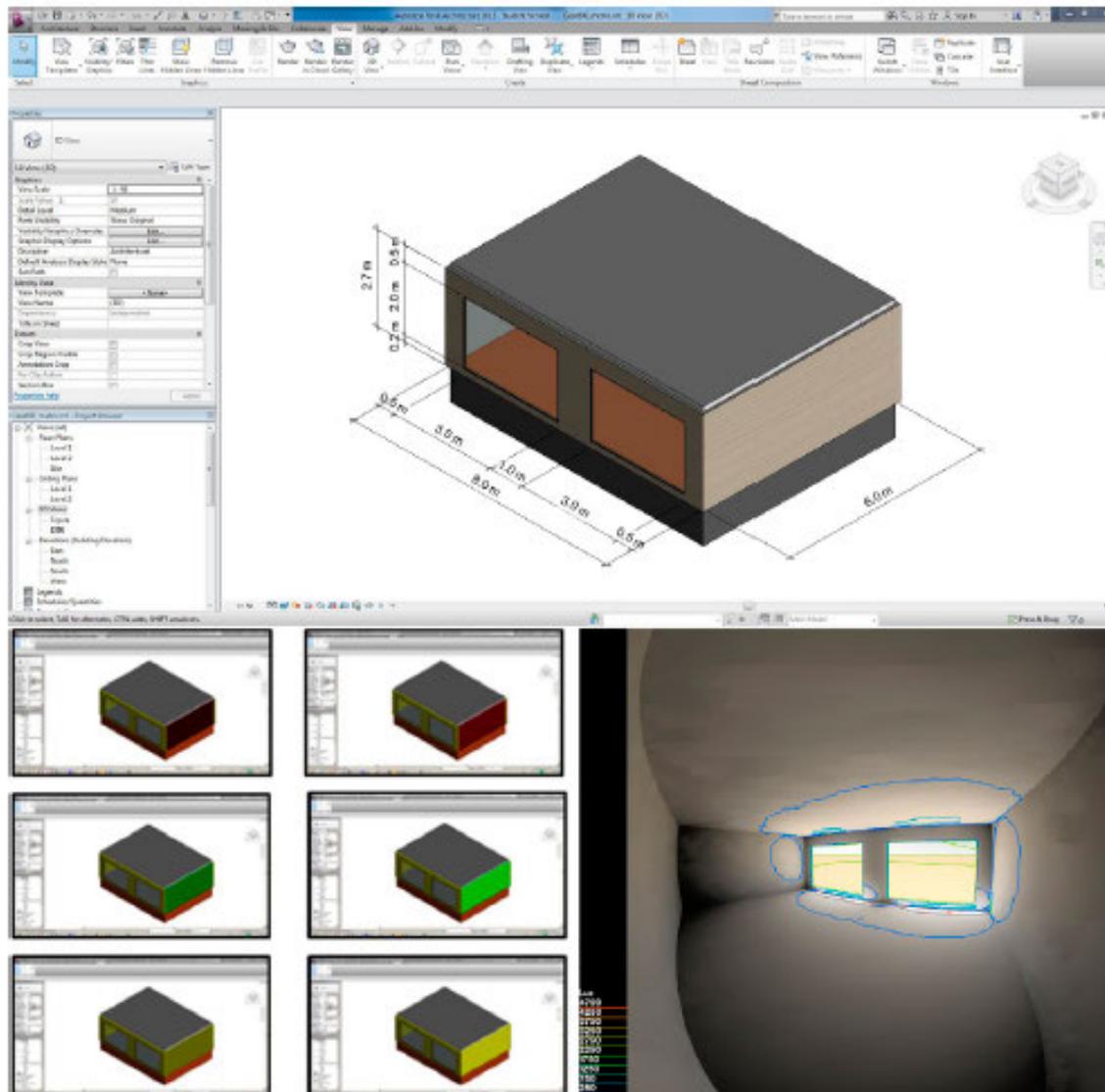
**FIGURE 6.3** Results from conceptual energy analysis in Autodesk Revit and Autodesk Vasari.



**FIGURE 5.3 Streamlined parametric modeling, BIM, and building energy modeling.**



**FIGURE 6.7** Using Dynamo Visual Programming and solar insolation analysis to optimize building orientation.



**FIGURE 5.6** Top: Revit model of ASHRAE Standard 140 BESTEST Case 600. Lower left: Thermal simulation results (color-coded thermal transfer) using Revit2Modelica. Lower right: Radiance illumination result and rendering for the same BIM model using Revit2Radiance.

[Images courtesy of JongBum Kim [top]; WoonSeong Jeong [lower left], and Sandeep Kota [lower right]]

# BIM 4D e 5D: tempi e costi

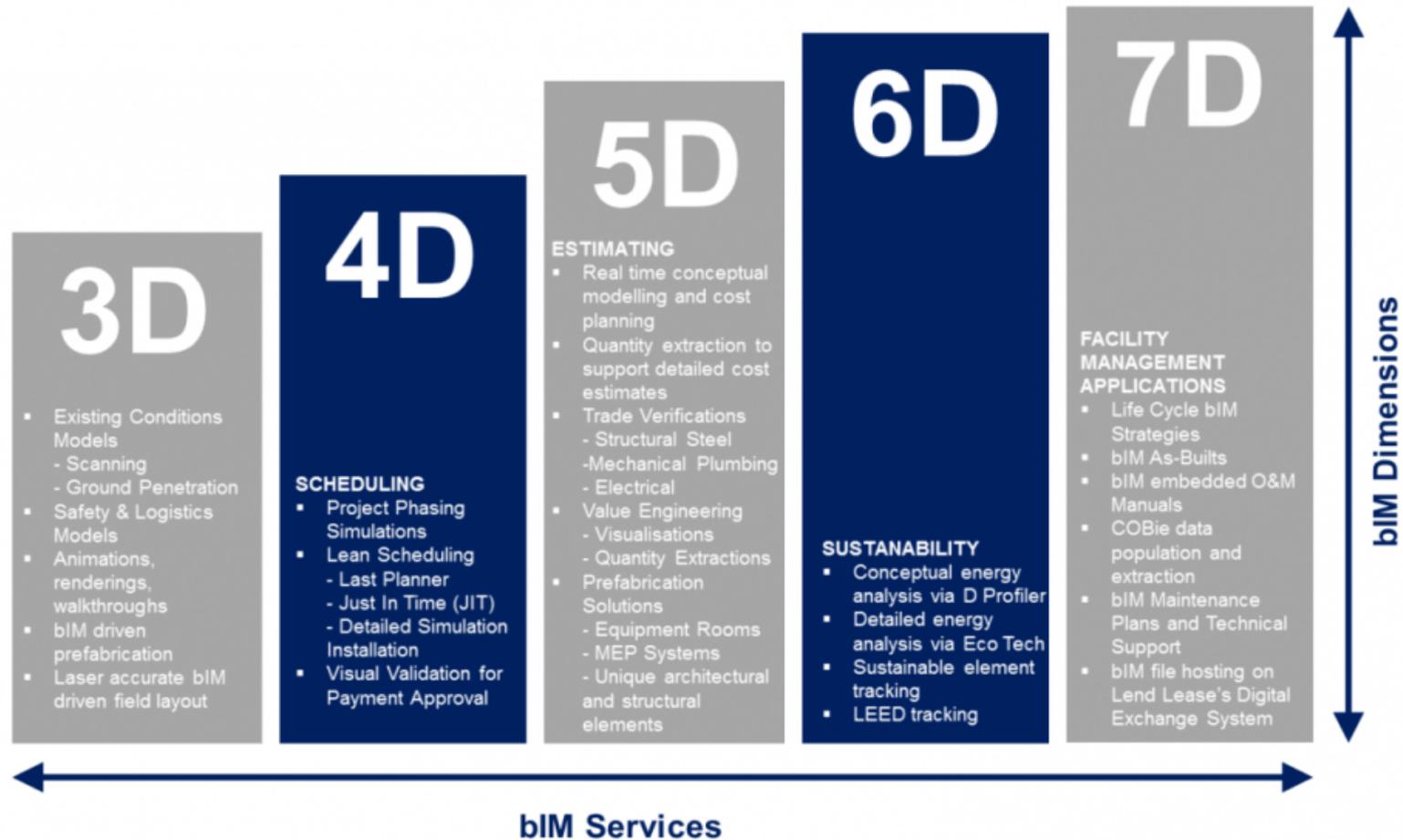
La **variabile tempo** entra nel BIM in due modi:

- **Animazioni** (es andamento delle ombre su parti dell'edificio, esplorazione dell'edificio)
- **Fasi costruttive** (simulazione dell'evoluzione della costruzione dell'edificio, note le informazioni aggiuntive sulle attività di cantiere legate ai singoli oggetti)

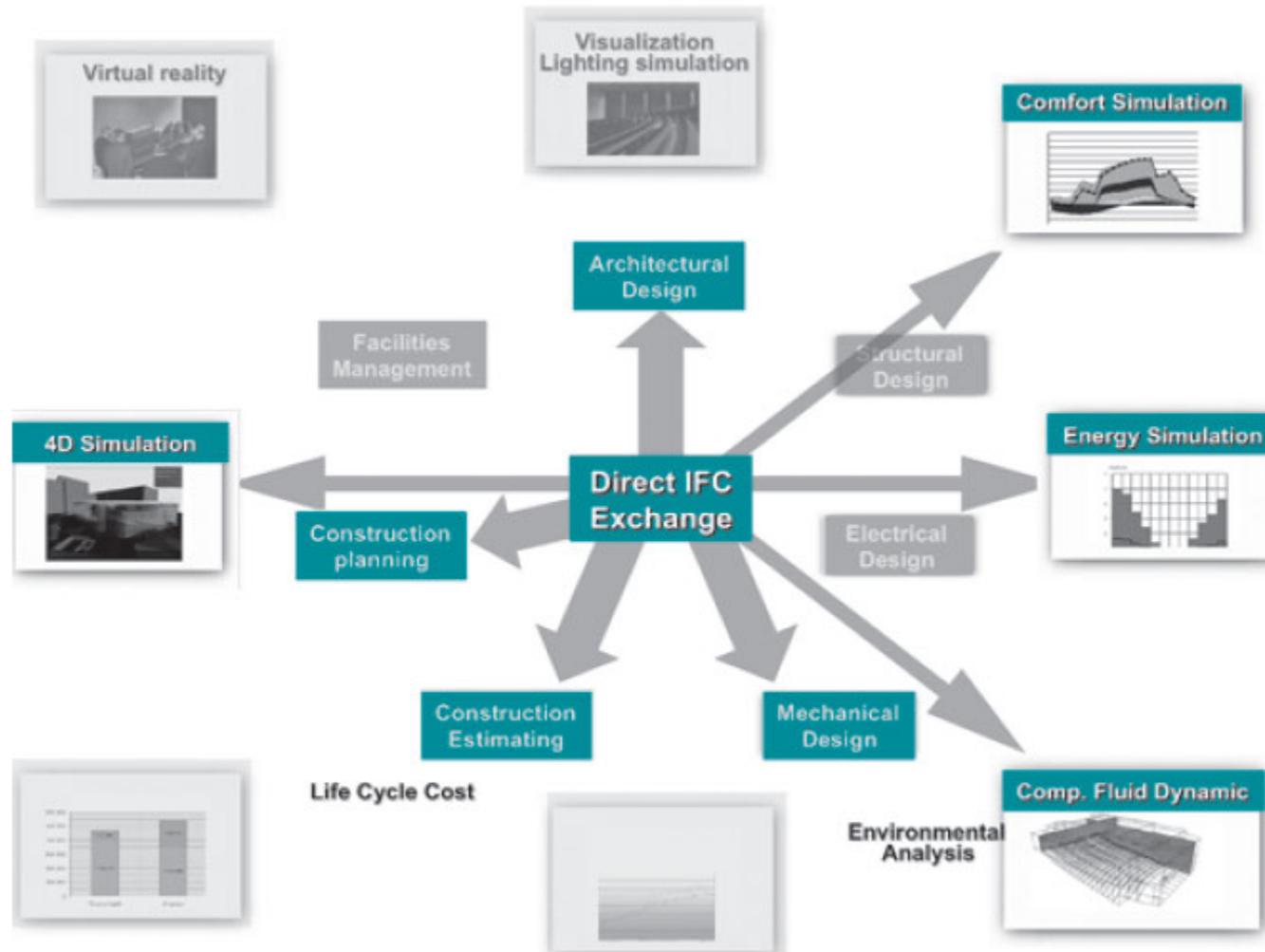
Se tra gli attributi degli oggetti sono presenti anche i **costi** è possibile controllare l'andamento dei costi man mano che aumentano i livelli di dettaglio del progetto e che si passi dalla fase progettuale e quella di costruzione.

La rapidità della stima dei costi **facilita la comparazione di più alternative progettuali**

# Le dimensioni del BIM



# Scambio dati e interoperabilità



3.13 Instead of a proprietary BIM, IFC holds the primary position for BIM interoperability (thanks to Calvin Kam).

# BIM e rilievo architettonico

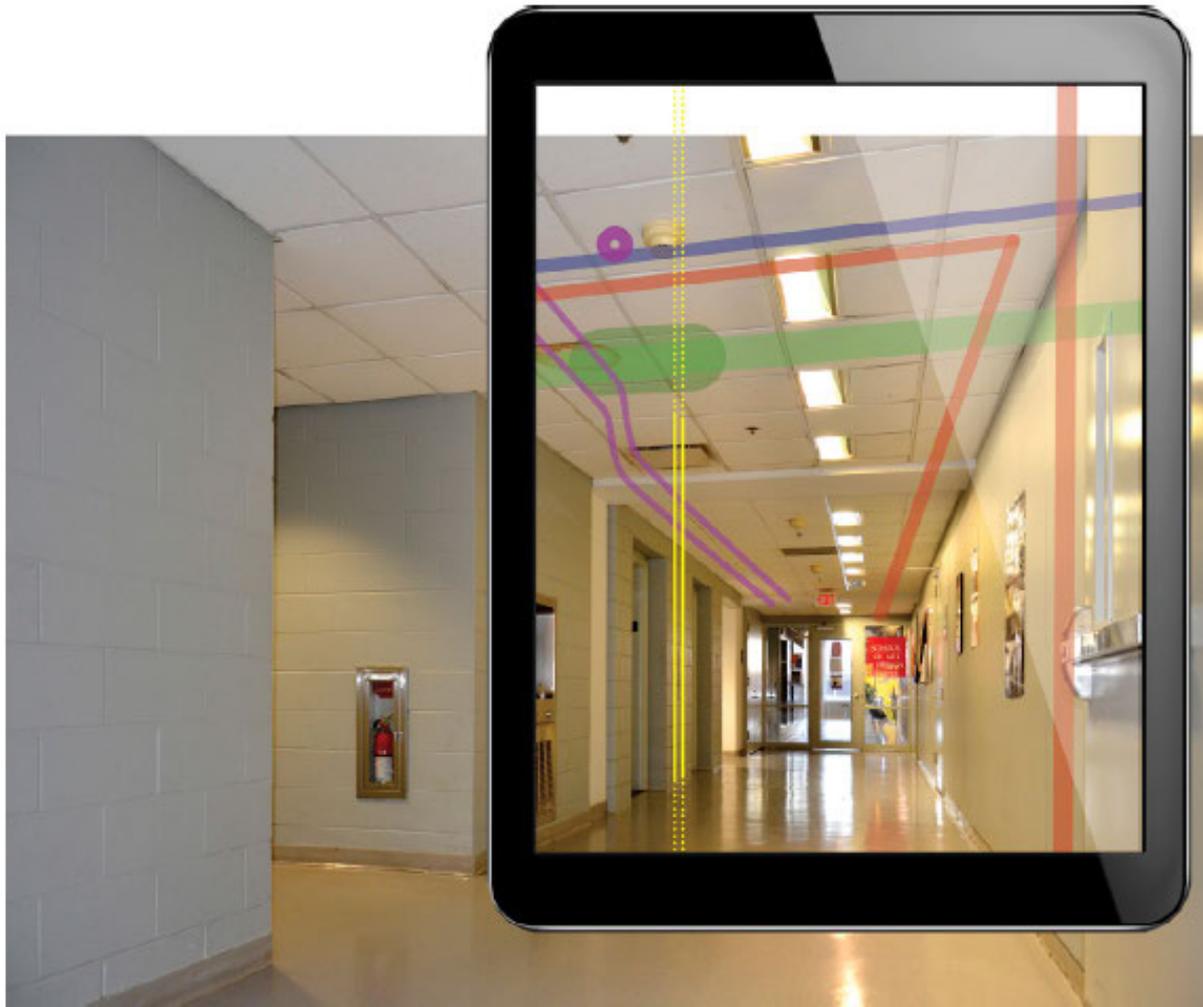
Sovrapposizione di un modello 3D (es BIM) con un 3D scanning per:

- verificare la congruenza del modello BIM con l'esecuzione dei lavori;
- verificare che componenti edilizi o impiantistici da installare possano adattarsi agli spazi esistenti;
- ....



2.19 Composite image of a photo and model data (courtesy of Mortenson Construction).

# BIM e VR/AR



**FIGURE 1.7** Augmented reality (AR) environments provide a location-awareness platform for combining data and video camera feeds to facilitate more effective construction and facility management.

(Image by Andrzej Zarzycki. Image composition and grayscale conversion and image processing with Adobe Photoshop and/or Corel PaintShop Pro)

# BIM e BMS/BEMS



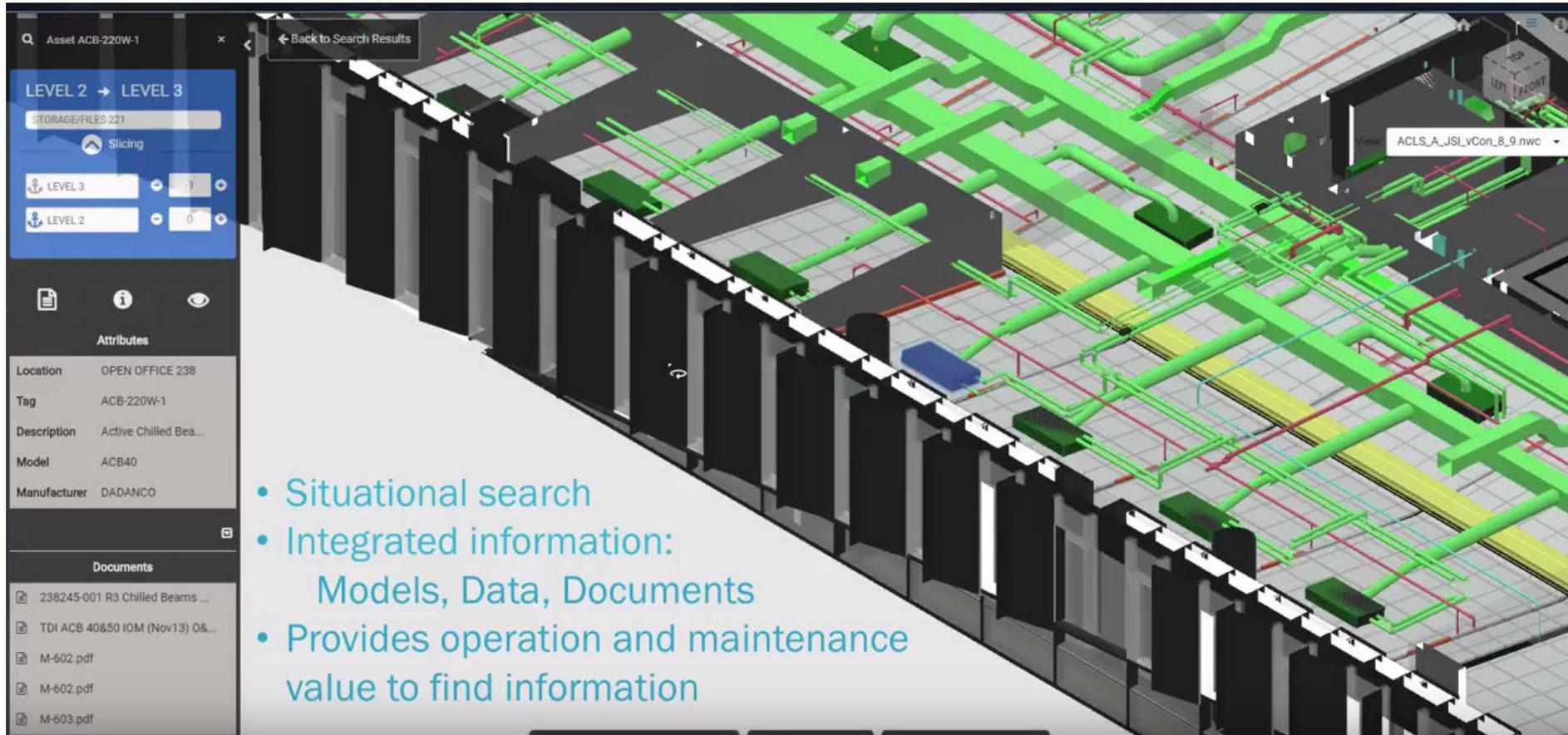
Visualizzazione dati sensori IOT su modello BIM con sovrapposizione di informazioni sull'occupazione e sui parametri del benessere.

Il modello BIM costituisce un'interfaccia con il **facilities manager** e può essere alla base di un **BMS** o di un **BEMS** integrato con i sensori e gli attuatori IOT.

È un esempio di estensione del servizio reso oltre la fase di costruzione che può aggiungere competitività all'appaltatore



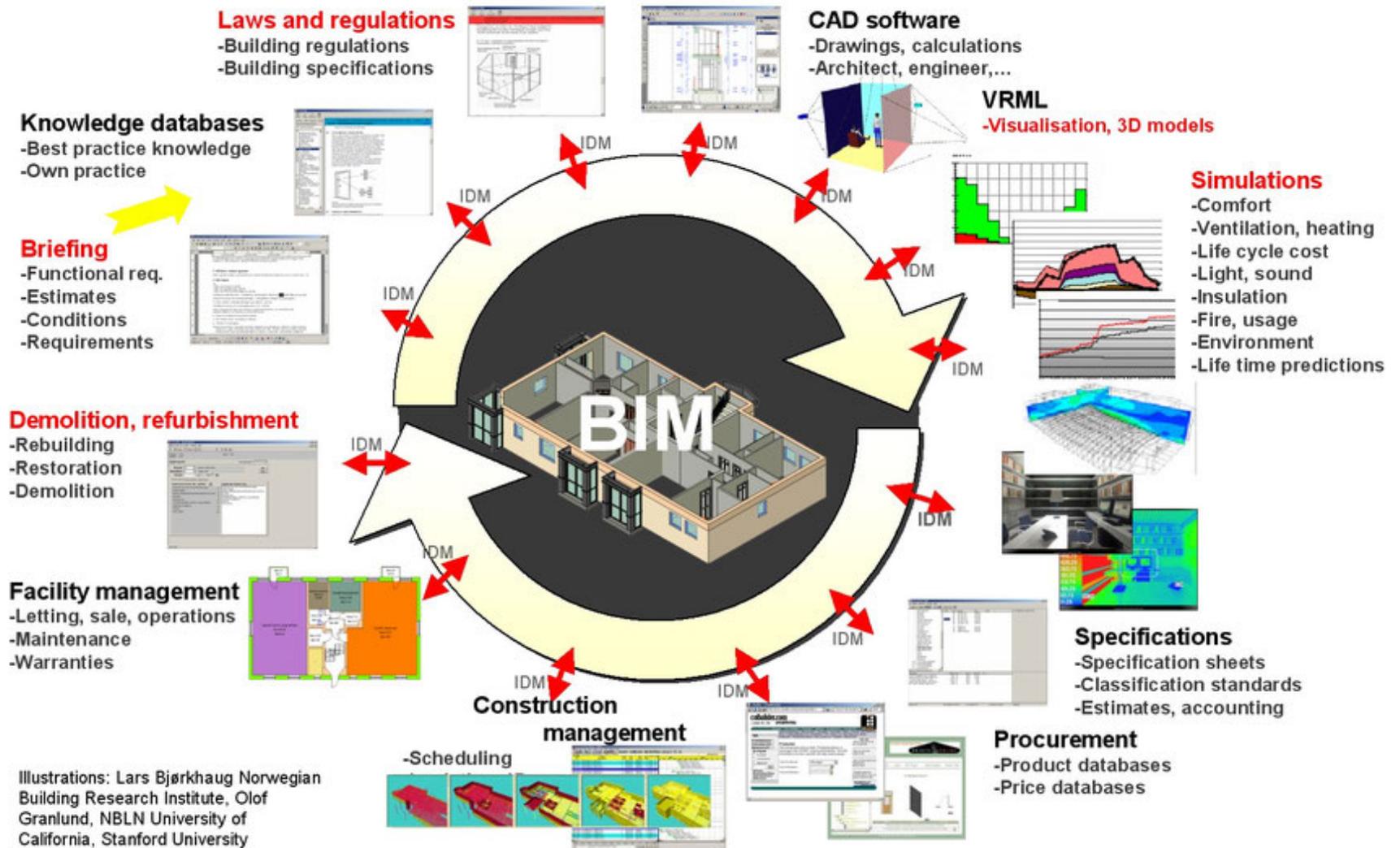
# BIM e facility management



**L'integrazione delle informazioni** è una delle principali utilità di un modello BIM di un edificio complesso.

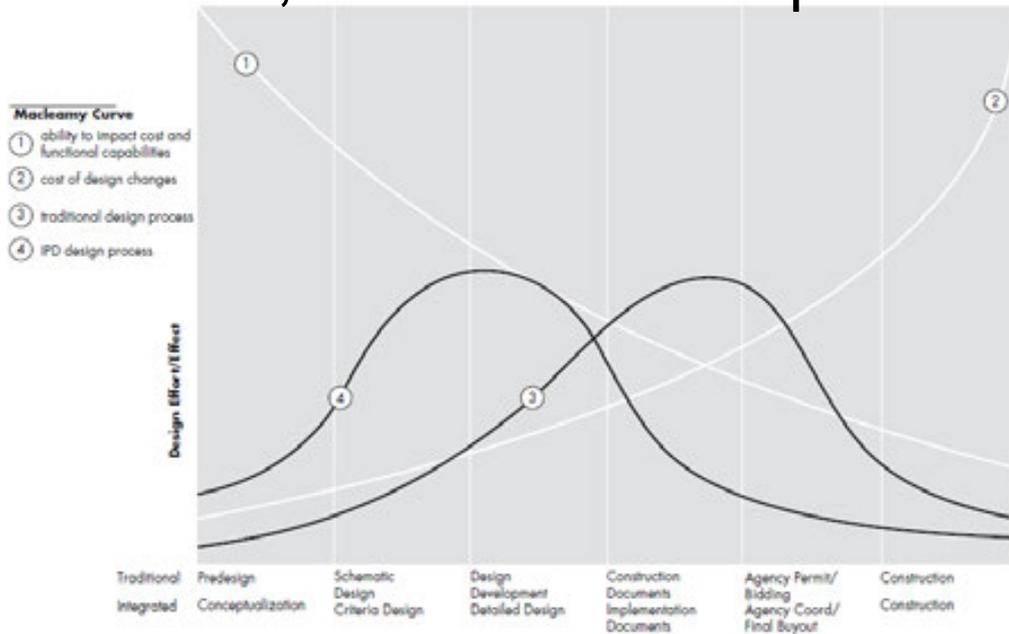
La ricerca di informazioni risulta tempestiva e facilita la **rapidità di intervento**.

# Innovazione del processo edilizio e BIM

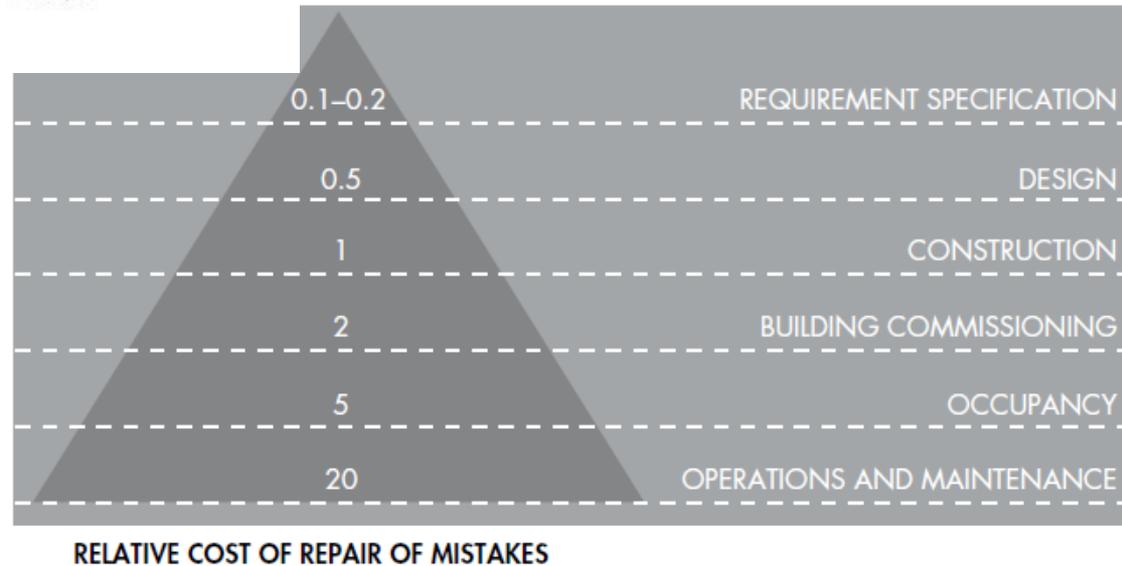


Illustrations: Lars Bjørkhaug Norwegian Building Research Institute, Olof Granlund, NBLN University of California, Stanford University

# BIM, innovazione del processo edilizio e competitività

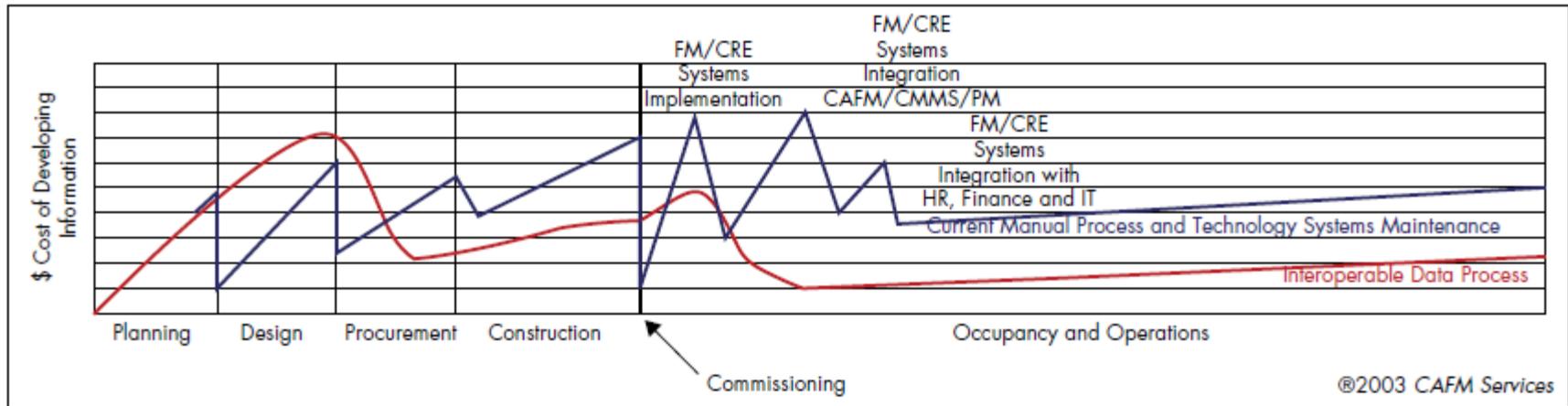


**FIGURE 4.1 MacLeamy curve.**  
 (Adapted from Eastman et al. 2011)



**FIGURE 2.3 Cost of repair in phases of design delivery.**  
 (Based on Kelley et al. 1993)

# BIM, innovazione del processo edilizio e competitività

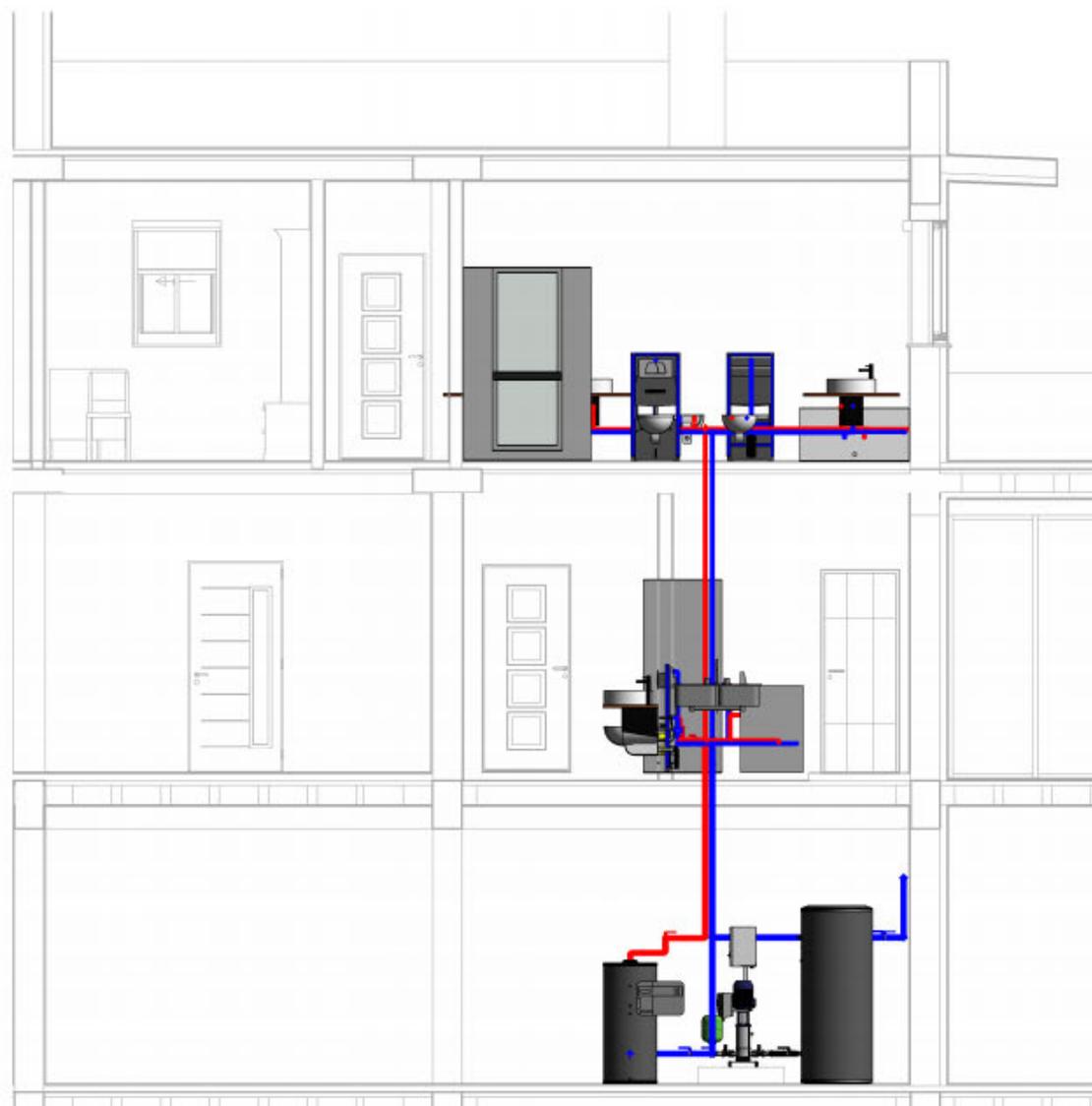


Owner Pays AEC Team More \$ During Design Phase to Develop BIM and Standardized Electronic Data Exchange

Owner Saves \$\$\$\$\$ Over Operational Life of Asset Ownership by Being Able to Quickly Bulk Load Technology Systems, Have Critical Data in Electronic Format, Enabling Accurate Metrics Reporting, Benchmarking, and Transparency

**FIGURE 2.2 Saw-tooth model of information acquisition and loss in CPD.**

(Courtesy of Fuhrman. (2004), "Pay now or pay later," diagram, International Facility Management Association, Houston, TX)

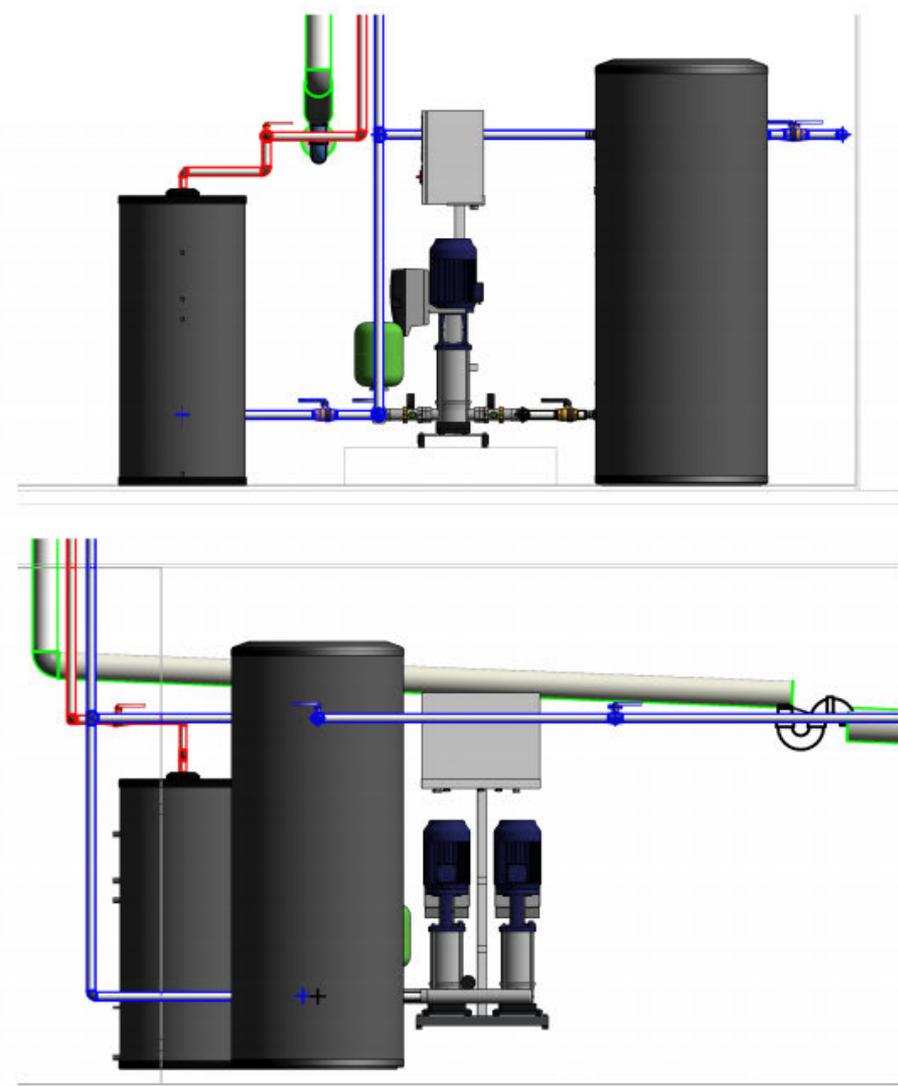
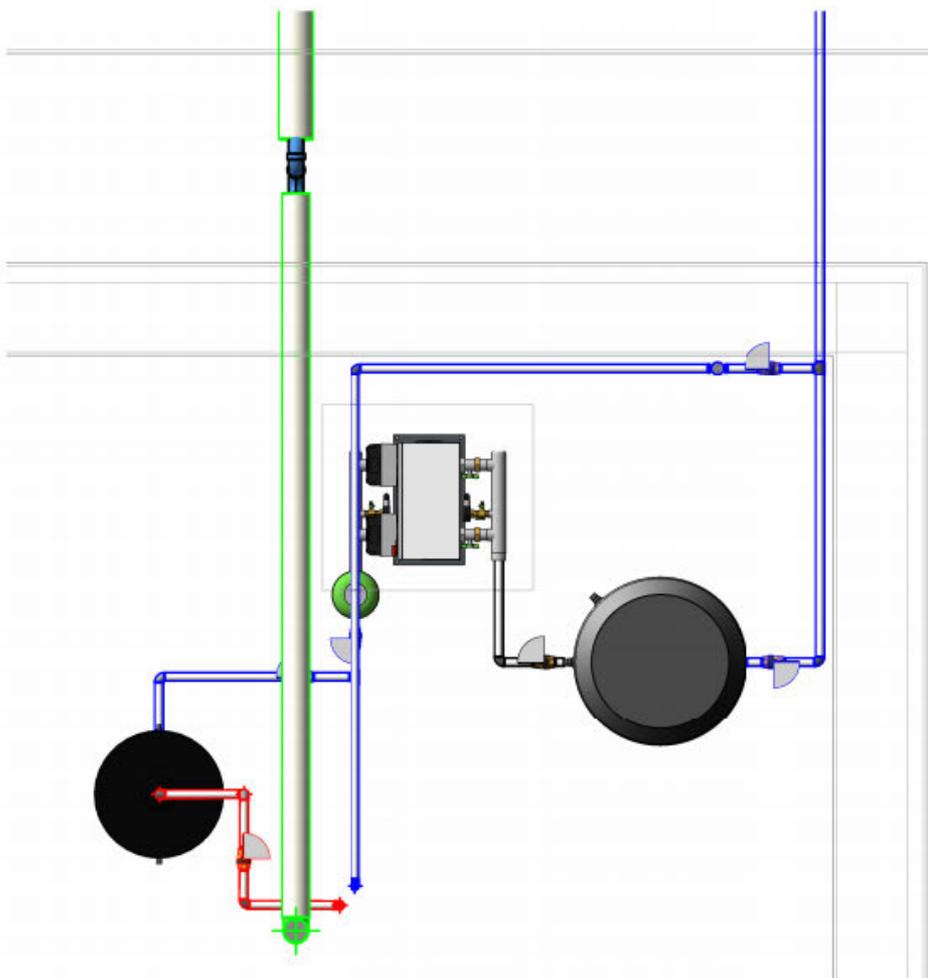




IMPIANTO IDRICO - SCARICO Analisi delle interferenze nei servizi igienici

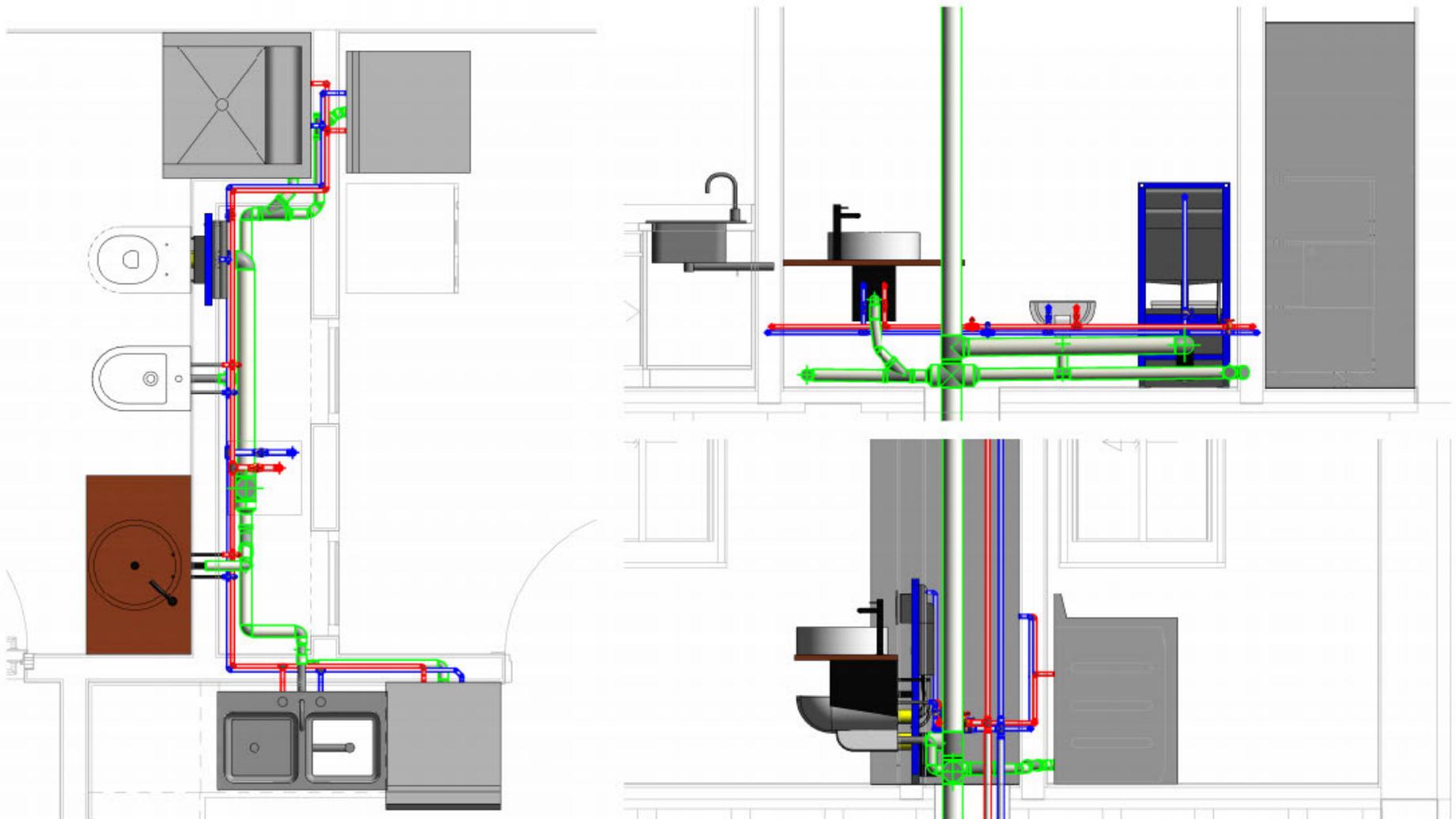
1 : 20

LOCALE TECNICO - PIANO SEMINTERRATO





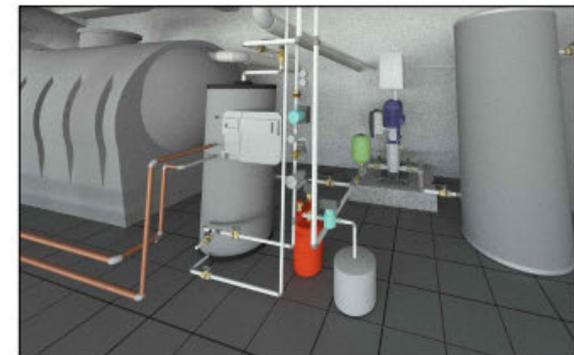
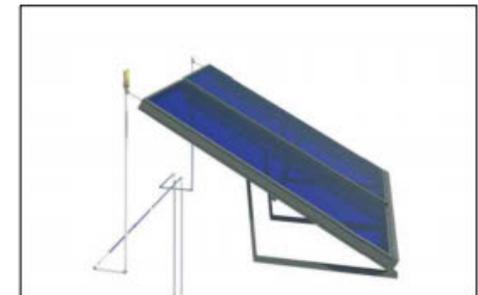
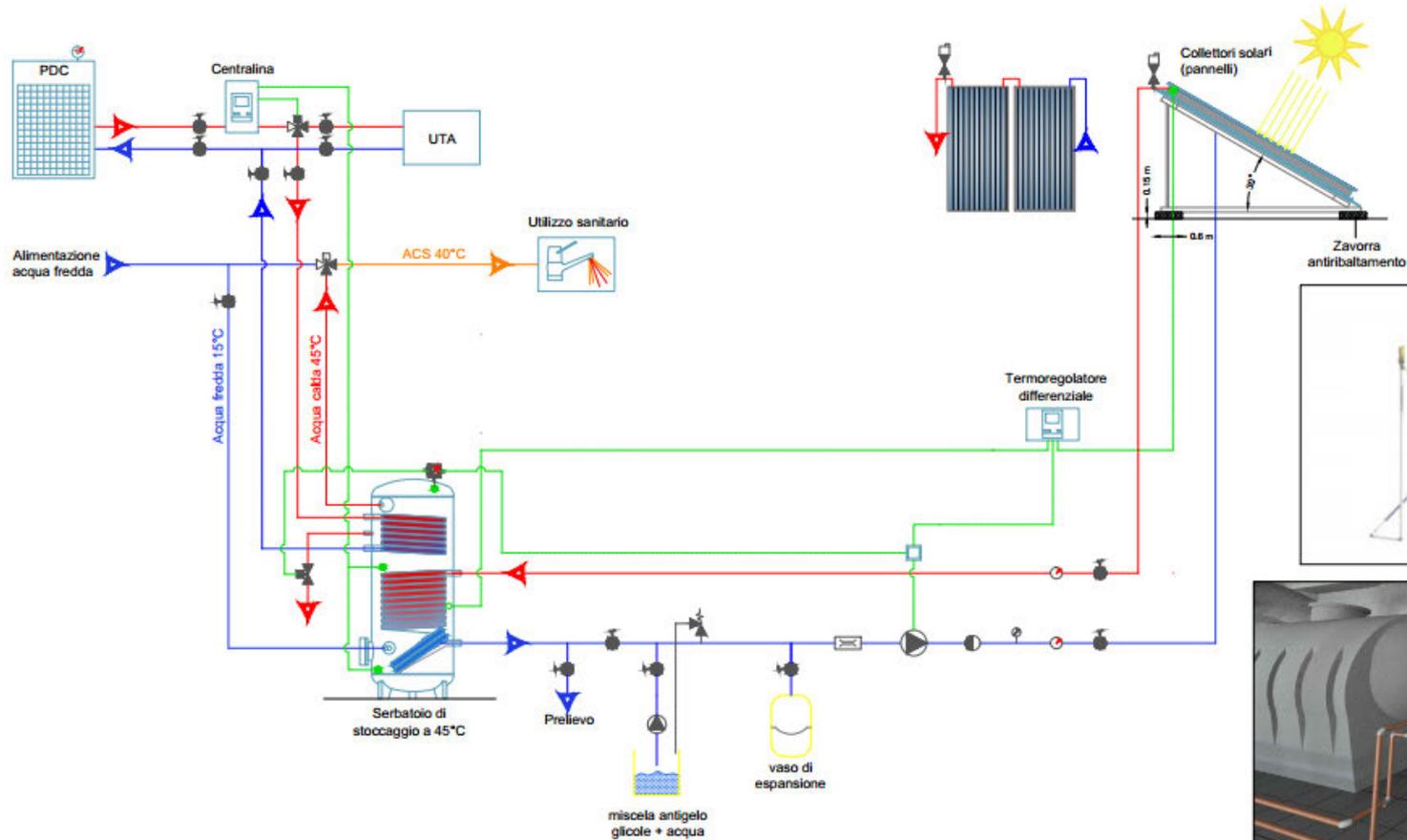
PIANO RIALZATO



Schema dell'impianto solare termico + render

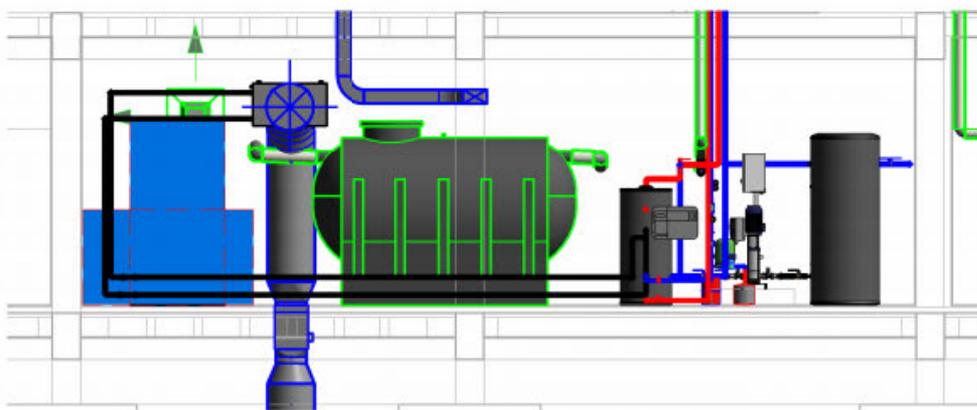
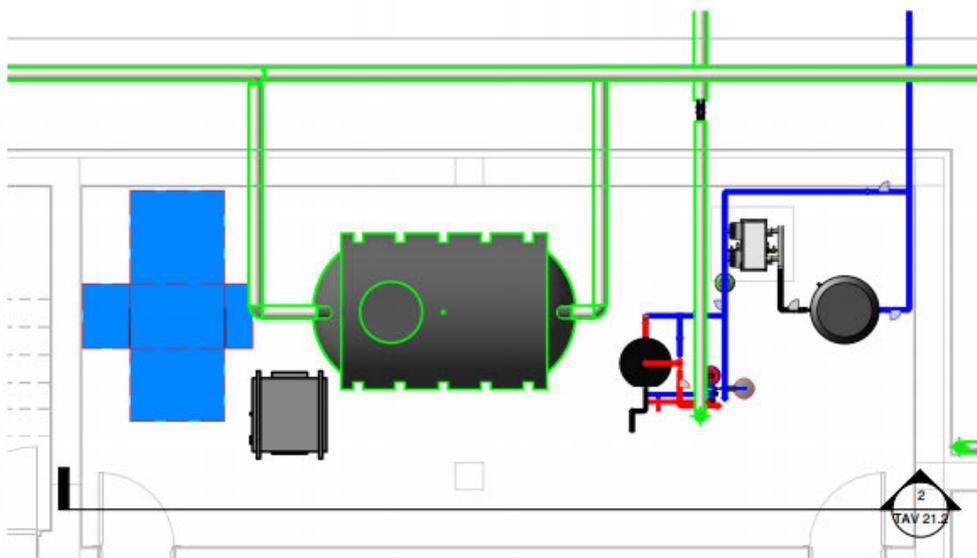
LEGENDA

SIMBOLO	DESCRIZIONE
	Saracinesca
	Valvola di sicurezza
	Valvola di sicurezza meccanica
	Valvola a tre vie motorizzata
	Miscelatore termostatico differenziale
	Valvola di sfiato con intercettazione normalmente chiusa
	Valvola di ritegno
	Disareatore automatico solare
	Termostato di sicurezza
	Manometro
	Termometro
	Pompa di circolazione
	Sonda





LOCALE TECNICO - PIANO SEMINTERRATO





IMP. SOLARE TERMICO - FOTOVOLTAICO. STUDIO SOLARE DEI COLLETTORI TERMICI E FOTOVOLTAICI



← 21 DICEMBRE ORE 12:00  
STUDIO SOLARE E DEGLI OMBREGGIAMENTI

### Rendimento di FV in rete

#### PVGIS stime di generazione elettricità solare

Luogo: 41°4'5" Nord, 16°53'3" Est, Quota: 54 m.s.l.m.,  
Database di radiazione solare usato: PVGIS-CMSAF

Potenza nominale del sistema FV: 1.0 kW (silicio cristallino)  
Stime di perdite causata da temperatura e irradianza bassa: 16.0%  
Stima di perdita causata da effetti di riflessione: 2.7%  
Altre perdite (cavi, inverter, ecc.): 14.0%  
Perdite totali del sistema FV: 29.7%

Sistema fisso: inclinazione=30 gradi, orientamento=0 gradi					
Mese	Ed	Em	Hd	Hm	
Gen	2.35	72.8	3.10	96.1	
Feb	2.94	82.2	3.95	111	
Mar	3.95	122	5.51	171	
Apr	4.29	129	6.10	183	
Mag	4.70	146	6.79	210	
Giu	4.82	145	7.14	214	
Lug	5.03	156	7.51	233	
Ago	4.79	148	7.21	223	
Set	4.06	122	5.96	179	
Ott	3.47	107	4.91	152	
Nov	2.49	74.6	3.40	102	
Dic	2.20	68.2	2.92	90.5	
Anno	3.76	114	5.38	164	
Totale per l'anno		1370		1960	

Ed: Produzione elettrica media giornaliera dal sistema indicata (kWh)

Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

Hd: Media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m<sup>2</sup>)

Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m<sup>2</sup>)

← 21 GIUGNO ORE 12:00  
STUDIO SOLARE E DEGLI OMBREGGIAMENTI



Politecnico di Bari - Corso di Laurea in Ingegneria dei Sistemi Edilizi

Modulo di Servizi Tecnologici per Costruzioni Sostenibili

Prof.re Francesco Iannone

Gruppo 4: Dipinto Ivano, Lacidogna Anna, Parisi Giovanni, Scavo Gianluca, Spadaccino Angelica, Spagnuolo Clarissa

TAV 26.4

DETTAGLI DI INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA/TECNOLOGICA DEI COLLETTORI SOLARI TERMICI E DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI



# Conclusioni

La metodologia del Building Information Modelling (BIM) applicata alla **progettazione integrata ambiente-edificio-impianto-utenza facilita e integra la valutazione della funzionalità e delle prestazioni e per offrire agli stessi progettisti strumenti più efficaci per affrontare la crescente complessità del processo edilizio.**

Assistiamo ad un rapido sviluppo di strumenti di analisi / simulazione integrati soprattutto per l'energia, l'illuminazione e il comfort, ma anche per i costi, la sicurezza, il comportamento degli utenti, etc.

Cambiamenti nel processo di progettazione deriveranno da una **più stretta integrazione tra progettazione e simulazione / analisi che renderanno più direttamente visibili e misurabili gli effetti delle azioni progettuali.**

La capacità di BIM di accelerare i processi di progettazione attuali, attraverso cicli di iterazione più rapidi non è l'obiettivo finale. Il vero valore aggiunto è l'integrazione di più valutazioni quasi in tempo reale e la possibilità di rendere **più facilmente misurabili e osservabili gli effetti di diverse opzioni progettuali potrà favorire una migliore progettazione e un migliore valore per il committente.**

La metodologia del Building Information Modelling (BIM) applicata alla progettazione impiantistica **migliora la capacità di previsione degli esiti delle scelte progettuali anche in rapporto ad altre discipline progettuali:**

- il modello 3D consente **un'efficace visualizzazione e coordinamento con altri attori del processo edilizio facilitando l'anticipazione di eventuali problematiche, soprattutto costruttive, e riducendo significativamente le possibilità di errore, i costi di progettazione ed esecuzione;**
- l'impiego di elementi e componenti impiantistici in commercio nella fase di modellazione consente **di avvicinarsi al modello dell'as-built evidenziando fin dalla fase di progettazione le problematiche che tipicamente si riscontreranno durante la costruzione, anticipandone la soluzione e ottimizzazione a tavolino.**

Alcuni software BIM consentono il tracciamento delle schemature impiantistiche imponendo **regole per l'instradamento** (posizione attacchi terminali e fonti di alimentazione, direzione del flusso, pezzi speciali,,...) e il **dimensionamento parametrico delle reti**, anche imponendo **regole** (ad es geometriche).

Uno dei vantaggi principali è la possibilità di un **avanzato controllo delle interferenze tra sistemi impiantistici, struttura e componente architettonica (Model Check)**. Gli errori di coordinamento sono spesso risolvibili in cantiere, ma in progetti di grandi dimensioni possono determinare impatti significativi su tempi e costi previsti per la realizzazione dell'opera.

Altro importante vantaggio di un modello BIM è costituito dalle potenzialità di **controllo del rispetto delle prescrizioni normative (Code Check)**.

Ad oggi, i potenziali usi e gli impatti del BIM sono stati solo parzialmente esplorati. Certamente il **rapido sviluppo della ICT potrà ampliare in modi inimmaginabili gli usi di un modello «informato» dell'edificio**. Quali saranno gli impatti esterni delle nuove tecnologie, ad esempio, avendo a portata di mano potenza di calcolo quasi infinita disponibile ovunque, con sensori integrati sempre più orientati verso **edifici intelligenti, nuovi materiali intelligenti e accesso basato su tablet?**

La **pratica professionale e l'istruzione si muovono e si muoveranno sempre più in un ambiente di progettazione ricco di dati**. È evidente che la pratica del BIM, anche se già diversa dalle precedenti forme di progettazione basata su CAD, subirà ulteriori cambiamenti che continueranno a **migliorare la nostra capacità di costruire in modo sostenibile e di costruire in modo più efficace, creativo ed economico**.

Il perseguimento degli obiettivi e dei vantaggi del BIM richiedono un **cambio di paradigma dei diversi attori del processo edilizio** (committenti, progettisti, appaltatori, utenti).

- Il **committente** dovrà avere ben chiaro il **quadro esigenziale e prestazionale fin dalle prime fasi**;
- il **progettista** dovrà **anticipare nelle fasi preliminari di progettazione alcune informazioni che sovente sono espresse in fondo al processo progettuale** rallentando la fase preliminare a vantaggio di significative accelerazioni nelle fasi successive;
- l'**appaltatore** dovrà **dotarsi di adeguato know-how per sfruttare a pieno le potenzialità di ottimizzazione delle fasi di costruzione**.